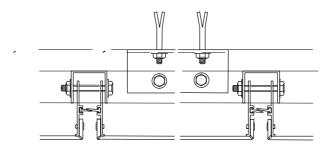
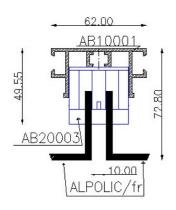
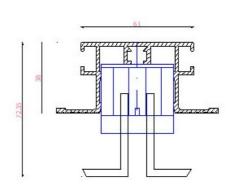
Pannelli rigidi e flessibili con nucleo minerale non combustibile

ALPOLIC®/fr per rivestimenti esterni

MANUALE TECNICO

AluFiero s.r.l. Via Prampolini, 4 42025 Cavriago (RE)
tel.: +39 0522 947917 - fax: +39 0522 494184
info@alufiero.it - www.alufiero.it
C.F./P.I.: IT 02947371205 - REA. RE 0279096

Mitsubishi Chemical Functional Products, Inc.

DIC. 2005

AluFiero s.r.l. Via Prampolini, 4 42025 Cavriago (RE)
tel.: +39 0522 947917 - fax: +39 0522 494184
info@alufiero.it - www.alufiero.it
C.F./P.I.: IT 02947371205 - REA. RE 0279096

Indice

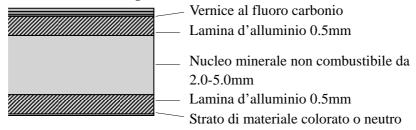
AluFiero s.r.l. Via Prampolini, 4 42025 Cavriago (RE)
tel.: +39 0522 947917 - fax: +39 0522 494184
info@alufiero.it - www.alufiero.it
C.F./P.I.: IT 02947371205 - REA. RE 0279096

Descrizione dei pannelli ALPOLIC®/fr

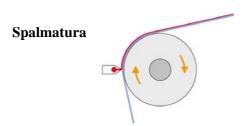
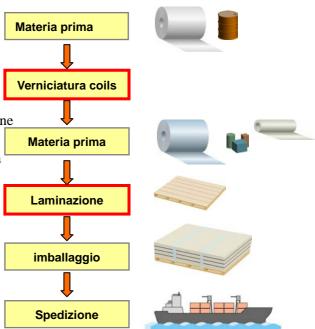
I pannelli ALPOLIC®/fr sono realizzati con materiale composito in alluminio (ACM) e destinati all'industria delle costruzioni. Questa brochure é stata redatta allo scopo di illustrare le caratteristiche, veramente uniche, dei pannelli ALPOLIC®/fr ed al contempo fornire alcuni principi pratici fondamentali per progettisti ed installatori con istruzioni per il taglio, il montaggio e l'uso per facciate/muri esterni su progetti nuovi e di ristrutturazione.

1. Materiale

I pannelli ALPOLIC®/fr sono costituiti da un nucleo racchiuso tra due lamiere piane di alluminio. Il nucleo è costituito da un minerale non infiammabile e da una piccola quantità di materiale termoplastico che lo rende assolutamente sicuro da un punto di vista dell'infiammabilità. Le lamiere esterne sono di alluminio 3105 H14 e con uno spessore di 0.5mm. Il lato esposto è finito con vernici fluororate (al fluoro-carbonio) a base di fluoropolimeri (Lumiflon) ad altissima qualità delle prestazioni. La superficie posteriore (retro) può essere colorata o neutra.

Sezione di un Pannello multistrato tipo ALPOLIC®/fr

Spessore totale: 3mm, 4mm o 6mm

2. Procedimento produttivo

I pannelli ALPOLIC®/fr sono prodotti su due linee: la linea di verniciatura coils (bobine) e la linea di laminazione. Sulla **linea di verniciatura,** la vernice è applicata in modo continuo su tutta la bobina di alluminio ottenendo un grado di finitura di qualità omogenea e costante. Questa linea è dotata di un sistema speciale di "Spalmatura" messo a punto dalla Mitsubishi Chemical per garantire la realizzazione di un manto liscio e finissimo. Il sistema utilizza vernici al fluoro carbonio a base di Lumiflon idonee a produrre finiture di lunghissima durata e qualità omogenea.

Procedimento produttivo

Sulla **linea di laminatura**, l'alluminio in coils (bobine) viene laminato assieme al materiale del nucleo fino a creare una foglia liscia e piatta di materiale composito. Fino a poco tempo fa, l'estrusione del nucleo a base minerale presentava non poche difficoltà, ma l'utilizzo di una tecnologia d'avanguardia ci ha permesso di arrivare alla produzione dell'ALPOLIC®/fr con la stessa facilità di qualsiasi altro normale materiale per nuclei e riempimenti.

3. Caratteristiche generali

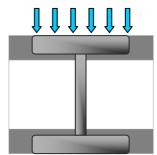
L'ALPOLIC®/fr offre caratteristiche e vantaggi unici:

Caratteristiche dell'ALPOOLIC®/fr

Planarità eccellente: il processo di laminatura in continuo é garanzia di una planarità eccellente di tutti i pannelli ALPOLIC®/fr.
Uniformità di colore: il sistema di distribuzione della vernice sulla bobina in svolgimento assicura la massima uniformità del colore.
Leggerezza e rigidità: materiale in foglia assolutamente leggero e al contempo resistente con gravità di 1.2 - 1.5 e 40% di peso in meno rispetto a fogli di alluminio massiccio di pari rigidità.
Lavorabilità: L'ALPOLIC® é facile da tagliare, piegare, intagliare e sagomare utilizzando normali macchine e attrezzi per la lavorazione del legno.
Sicurezza antincendio: con il suo nucleo non combustibile a base minerale, l'ALPOLIC®/fr risponde pianamente ai requisiti della normativa antincendio di vari paesi e regioni inclusi gli USA e il Giappone.

4. Rigidità dell'ALPOLIC®/fr

L'ALPOLIC®/fr é un materiale ad elevata rigidità, in particolare se paragonato all'alluminio massiccio. Applicando carichi uniformi sul pannello composito, le due foglie esterne di alluminio si comportano come una trave ad H. Grazie alla loro resistenza a trazione e rigidità, i nostri pannelli compositi in alluminio sono particolarmente indicati per tutta l'industria della cartellonistica.

Effetto multiplo dell'alluminio composito

Paragonati a pannelli di alluminio massiccio, i pannelli ALPOLIC®/fr, pur avendo un'elevata resistenza a flessione, sono circa il 15% più leggeri.

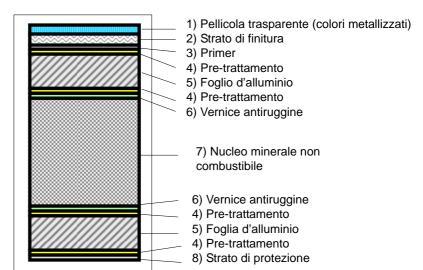
Confronto di rigidità flessionale

ALPOLIC®		Alluminio massiccio		Rapporto peso con alluminio massiccio =100
Spessore (mm)	Peso (kg/m²)	Spessore equivalente (mm)	Peso (kg/m²)	
3	6.0	2.7	7.3	82%
4	7.6	3.3	8.9	85%
6	10.9	4.5	12.2	89%

5. Composizione

I pannelli ALPOLIC®/fr sono composti di più strati di materiali diversi. Il fenomeno della corrosione attacca normalmente sui bordi tagliati penetrando poi all'interno. In questi casi si verifica uno staccamento delle foglie di alluminio dal nucleo centrale. Per impedire questo fenomeno, il lato interno delle due foglie di alluminio dei nostri pannelli è trattato con vernice antiruggine.

Il retro del pannello (lato non esposto) può essere colorato o trattato con altro manto di protezione dell'alluminio dall'attacco di alcali del cemento o corrosione galvanica da contatto con acciaio.

Sezione di un pannello ALPOLIC®/fr

6. Verniciatura

(1) Variazione di colore

Bobina verniciata

La vernice fluorurata a base di Lumiflon utilizzata per la finitura dei Pannelli ALPOLIC®/fr ha un'altissima qualità delle prestazioni ed è estremamente resiliente. Attualmente abbiamo disponibili 4 tipi di finiture diverse (tinte unite, tinte metallizzate, smalti e pietre) in tutti i colori standard. Su richiesta disponiamo di cartelle colori per migliore riferimento. Su richiesta e per determinati quantitativi minimi, possiamo realizzare colori personalizzati in tutti i 4 tipi di finiture. **Nota:** alcuni colori personalizzati potrebbero essere di difficile abbinamento a causa della disponibilità delle vernici.

(2) Tecnica di rivestimento

3-mani , 3-cotture

Mano trasparente (fluorocarbonio)
Mano metallizzata (fluorocarbonio)

Le tinte unite sono tutte realizzate in ricottura (2 mani) con uno spessore totale della pellicola essiccata di minimo 25 micron.
I colori metallizzati e gli smalti sono realizzati con 3 cotture e quindi 3 mani con uno spessore totale della pellicola essiccata di minimo 35 micron.
La serie "Stone" (pietre) é realizzata con un sistema di serigrafia con uno spessore totale della pellicola essiccata di minimo 45 micron.
Per maggiori informazioni vedi il capitolo "Specifiche tecniche".

(3) Qualità del rivestimento

Le vernici fluororate a base di Lumiflon (fluoropolimero) sono note per le loro eccellenti caratteristiche di durata. Per tutti e 4 i tipi di finitura disponibili, la vernice viene applicata alla bobina in svolgimento su linee di spalmatura continua ottenendo caratteristiche perfettamente conformi alle "specifiche per la verniciatura di materiali in coil (bobine) per uso edile esterno" pubblicate dall' ECCA (Associazione Europea Trattamenti Superficiali in bobina) e dall'AAMA (American Architectural Manufacturers Association).

(4) Qualità delle vernici
A parità di condizioni atmosferiche, le vernici fluororate a base di Lumiflon (fluoropolimero) hanno caratteristiche di durata straordinarie e sicuramente superiori a quelle delle vernici tradizionali a base di poliestere, acrilici e poliuretani. Inoltre questo tipo di rivestimento riduce la necessità di interventi di pulizia/ritocco mentre le vernici tradizionali devono comunque essere rifatte ogni certo numero di anni.

Garanzia:
I rivestimenti realizzati con vernici fluororate a base di Lumiflon (fluoropolimero) sono garantiti per 10 anni.

7. Serie "Stone" (= pietra) e "Wood" (=legno)

La serie ALPOLIC®/fr Stone [pietre] e Wood é stata studiata e realizzata come alternativa al granite/marmo naturale. L'aspetto della pietra viene ottenuto per mezzo di un sofisticato processo di serigrafia mentre la colorazione viene ottenuta per spalmatura dell'alluminio in coils (bobine) con vernici fluorurate a base di Lumiflon. Si tratta di una finitura decisamente più decorativa ma con le stesse caratteristiche tecniche dei pannelli in tinta unita, metallizzata e smaltata.

La serie ALPOLIC®/fr Stone [pietre] e Wood ha inoltre alcuni particolari vantaggi specifici. Innanzi tutto pesa solo il 15% di quello che peserebbe un pannello analogo di granito naturale, si può piegare, lavorare e sagomare per produrre forme diverse con estrema facilità. Inoltre i pannelli ALPOLIC®/fr serie Stone [pietre] sono disponibili in misure standard superiori a quelle del granito naturale.

Confronto tra granito e ALPOLIC®/fr

		Granito 30mm	**ALPOLIC®/fr 4mm**
Peso	Materiale supporto	81 kg/m^2 Alpha	7.6 kg/m^2 4.8 kg/m^2
	Totale	81 kg/m^2+ Alpha	12.4 kg/m^2
Dimensioni pannello		Non grandissime	grandi (da 1.5×3.0m in su)
Piegatura		Non possibile	Possibile
Pulizia		Difficile	Facile

8. Comportamento al fuoco dei pannelli ALPOLIC®/fr

Per poter certificare la non infiammabilità dei materiali edili occorre eseguire una quantità elevata di svariati test. Allo stato attuale l'ALPOLIC®/fr é stato sottoposto ed ha superato i seguenti test in tutto il mondo:

ALPOLIC®/fr – Tabella riassuntiva test antincendio

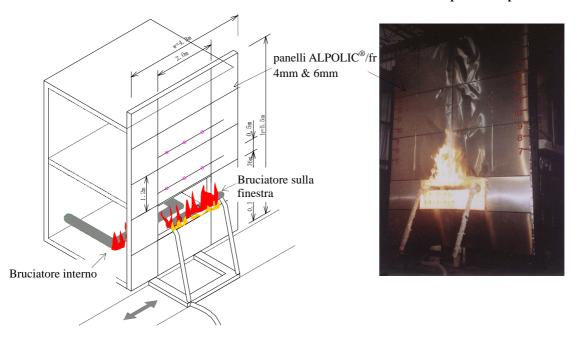
Categoria	Paese	Normativa di riferimento - test	ALPOLIC/fr provino	Risultato e Classificazione
Rivestimenti esterni	**Gran Bretagna**	BS476 - Parte 6 e 7	4 mm & 6 mm	Classe 0 Classe 1
	Germania	DIN4102 Parte 1	4 mm & 6mm	Classe B1
	USA	British Thermal Unit (NFPA 259-93)	4 mm	Superato
		Drum Peel Test in accordo con ASTM D1781-76	4 mm & 6mm	Superato
		Tunnel Test in accordo con ASTM E-84	4 mm & 6mm	Classe A / Classe 1
		ASTM E-108 revisionate	4 mm	Superato
		Test con Apparato multipiano scala intermedia in accordo con UBC 26-9 & NFPA 285, ISMA	4 mm & 6mm	Superato
	Canada	Test di infiammabilità muri esterni su scala reale in accordo con le CAN/ULC-S 134-92,	4 mm	Superato
	Cina	GB8625, GB8626 & GB8627	4 mm	Classe B1
	Giappone	Test di emissione di calore dei materiali non combustibili come da ISO 5660-1	4 mm & 6 mm	Superato con Certificato no. NE-0001
Coperture	**USA**	Test di infiammabilità coperture come da ASTM E108	4 mm	Superato. Classe A
Pareti taglia fuoco	**USA**	Prova di resistenza a 1 e 2 ore in accordo con le ASTM E119	4 mm	Non diminuisce la resistenza di pareti taglia fuoco
Interni	**USA**	Test di resistenza d'angolo in spazi interni (UBC 26-3)	4 mm	Superato
	USA	Prova di tossicità in caso di incendio in accordo con il Codice di Edilizia Civile e la Normativa antincendio dello stato di t, New York	4 mm	Superato
	Giappone	Test di emissione di calore dei materiali non combustibili come da ISO 5660-1 e Test gas tossici	3 - 6mm	Superato con Certificato No. NE-209

(1) Prove di resistenza al fuoco negli U.S.A.

La normative e i test antincendio negli USA sono da anni oggetto di grande attenzione. Nei rivestimenti esterni l'aspetto più importante – soprattutto per grattacieli e edifici alti - é la risalita delle fiamme lungo una parete esterna verticale.
I codici edili americani impongono test come l'ISMA (simulazione in edifici multipiano in scala media) per la valutazione del grado di attacco e risalita delle fiamme lungo il rivestimento esterno di edifici a più piani in condizioni controllate.
L'ALPOLIC®/fr non solo ha superato tutte queste prove ma é stato anche certificato come materiale a norma negli USA.

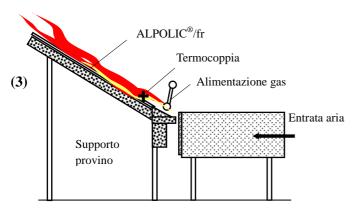
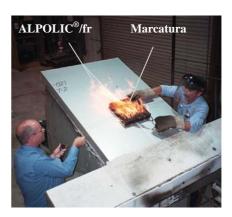
AluFiero s.r.l. Via Prampolini, 4 42025 Cavriago (RE)
tel.: +39 0522 947917 - fax: +39 0522 494184
info@alufiero.it - www.alufiero.it
C.F./P.I.: IT 02947371205 - REA. RE 0279096

Simulazione di incendio in un edificio multipiano scala intermedia (test ISMA)

Edificio in miniatura **25 minuti dopo il divampare delle fiamme**

(2) Prove antincendio per coperture

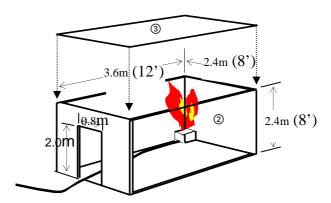
L'ALPOLIC®/fr é stato classificato materiale di copertura Classe A in base alle norme ASTM E108. La prova di infiammabilità del materiale é stata eseguita per conduzione di tre test: marcatura a fuoco, fiamma intermittente e fiamma diffusa.

Test a fiamma intermittente e diffusa **Marcatura a fuoco**

(3)

Prove antincendio per materiali da interni

L'ALPOLIC®/fr ha superato il test di resistenza al fuoco negli angoli previsto dalla norma UBC26-3 per la verifica del grado di infiammabilità di materiali per finiture di interni.

AluFiero s.r.l. Via Prampolini, 4 42025 Cavriago (RE)
tel.: +39 0522 947917 - fax: +39 0522 494184
info@alufiero.it - www.alufiero.it
C.F./P.I.: IT 02947371205 - REA. RE 0279096

Test di resistenza al fuoco negli angoli come da UBC26-3

Bruciatore: a gas o a legna da 30 libre
Tempo di esposizione: 15 minuti
L'interno della sala è rifinito con il materiale di prova.

(1) Pareti laterali: la zona vicina all'apertura non é rilevante
(2) Parete frontale
(3) Soffitto: optional

(4) Certificazioni in Giappone

In Giappone l'ALPOLIC®/fr ha superato il nuovo test con calorimetro a cono in conformità alle norme ISO5660-1: un test standard per verificare la resistenza alla fiamma dei materiali edili. Inoltre il materiale è stato certificato come non combustibile per applicazioni in rivestimenti esterni, coperture e rivestimenti interni. (Certificato No. NE-001 e NE-209)

AluFiero s.r.l. Via Prampolini, 4 42025 Cavriago (RE)
tel.: +39 0522 947917 - fax: +39 0522 494184
info@alufiero.it - www.alufiero.it
C.F./P.I.: IT 02947371205 - REA. RE 0279096

Linee guida per i progettisti

Una delle condizioni fondamentali per una buona realizzazione di opere con i pannelli ALPOLIC®/fr è che l’impresa esecutrice esegua tutte le lavorazioni nel totale rispetto dei disegni e delle specifiche di progetto. Per poter eseguire correttamente tutte le lavorazioni, è necessario tenere ben presente le caratteristiche estetiche del pannello e i particolari costruttivi fissandoli di comune accordo con l’architetto e il cliente. Contemporaneamente si dovrà verificare che tutte le fasi del metodo costruttivo siano conformi alle specifiche del progetto. Un tipico progetto ALPOLIC®/fr deve tenere conto dei seguenti criteri fondamentali:

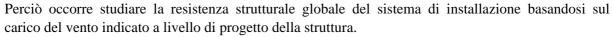
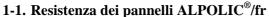
1. Resistenza strutturale
2. Espansione termica
3. Proprietà d’isolamento termico
4. Impermeabilizzazione
5. Aspetto del pannello e particolari di montaggio

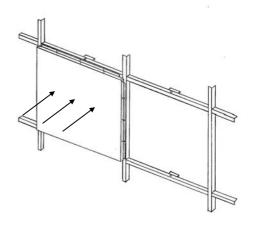
Resistenza strutturale

Per applicazioni in esterno, i pannelli ALPOLIC®/fr e il supporto (telaio di fissaggio) devono essere idonei a resistere alla forza del vento in località d’applicazione. Quando il vento soffia sul pannello, il telaio di fissaggio viene sottoposto ad una pressione positiva e conseguente deflessione. Se il carico del vento e il grado di deflessione non superano i limiti di elasticità, pannelli e telaio riprenderanno forma e posizione originale al cessare dell’evento.

Al contrario, i pannelli ALPOLIC®/fr sul lato opposto dell’edificio saranno sottoposti a pressione negativa con verificarsi di un fenomeno di tensione su tutti i punti di giunzione. Carichi di trazione estremamente elevati potrebbero pertanto arrivare a causare la separazione della giunzione.

Perciò occorre studiare la resistenza strutturale globale del sistema di installazione basandosi sul carico del vento indicato a livello di progetto della struttura.

1-1. Resistenza dei pannelli ALPOLIC®/fr

Calcolo della deformazione permanente: la resistenza dei pannelli ALPOLIC®/fr é determinata dall’involucro di alluminio. Pertanto se la lamina d’alluminio é sottoposta ad un grado di sollecitazione inferiore al limite massimo ammissibile, non si verificherà deformazione permanente del pannello. In questo caso, la massima sollecitazione ammissibile sul pannello viene calcolata in ragione dello 0.2% dello snervamento della lamina di alluminio diviso per un fattore di sicurezza. Lo 0.2% della sollecitazione oltre il limite elastico (snervamento) dipende a sua volta dalla lega dell’alluminio e dal tipo di tempra. Per l’ALPOLIC®/fr si applicano i seguenti valori:

ALPOLIC®/fr	Lega e tempra	0.2% della sollecitazione oltre il limite elastico
3mm, 4mm e 6mm	3105 H14	152 N/mm^2

In linea generale, la resistenza del pannello dipende dai seguenti fattori:
(1) Carico del vento
(2) Condizioni di sostegno
(3) Spessore del pannello ALPOLIC®/fr
(4) Spessore della foglia di alluminio e 0.2% della sollecitazione oltre il limite elastico
(5) Dimensioni del pannello ALPOLIC®/fr

La resistenza del pannello può essere calcolata in base ai suddetti fattori e per mezzo di svariate equazioni riportate nel fascicolo bianco (Manuale tecnico ALPOLIC®).

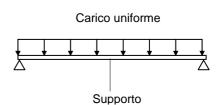
Calcolo della deflessione del pannello: mentre la deformazione permanente è una condizione estrema e pertanto sempre da verificare, la deflessione è una condizione di servizio del progetto e dovrà essere verificata solo se nel progetto viene specificato un valore teorico di massima deflessione, al fine di dimostrare se tale valore teorico è rispettato o no. Il calcolo di verifica della deflessione si effettua con il metodo riportato al fascicolo bianco (White Binder, manuale tecnico ALPOLIC®).

I risultati del calcolo per i 3mm, 4mm e 6mm sono quelli contenuti all'appendice **1**. Il metodo di calcolo strutturale è quello descritto all'appendice **2**.

1-2. Deformazione da taglio

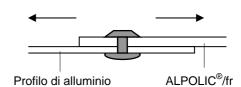
In aree a rischio sismico, i pannelli per facciate devono essere idonei a resistere a sollecitazioni di taglio che attraversano la superficie del pannello. All'appendice 3 riportiamo il risultato di un test condotto in base alla norma JIS A1414 "Test di deformazione di un pannello per facciata (non portante) sottoposto ad una forza di taglio parallela alla superficie del pannello". Come dimostra il test, il pannello ALPOLIC®/fr resiste al taglio entro un campo di spostamento da 1/400 a 1/50.

1-3. Resistenza del telaio di fissaggio

Normalmente i pannelli ALPOLIC®/fr vengono installati su delle strutture di acciaio o di alluminio. Il telaio di fissaggio deve sostenere il carico del vento e la sua resistenza dipenderà dai seguenti fattori:

(1) Rigidità
(2) Distanza tra i punti di ancoraggio
(3) Pressione esercitata dal carico del vento

Dato che il telaio di fissaggio viene di solito considerato come parte integrante della struttura, la massima flessione ammissibile deve rispettare la regola di L/200 cioè la deflessione massima deve essere inferiore alla distanza tra gli ancoraggi divisa per 200 (0.5% della distanza tra gli ancoraggi) come descritto all'appendice **3** nell'esempio di calcolo della resistenza del supporto.

1-4. Resistenza del foro di fissaggio

Se il pannello ALPOLIC®/fr viene sottoposto a carichi di pressione negativa, il foro di fissaggio dei rivetti o delle viti deve essere in grado di sostenere la tensione. In caso contrario,

AluFiero s.r.l. Via Prampolini, 4 42025 Cavriago (RE)
tel.: +39 0522 947917 - fax: +39 0522 494184
info@alufiero.it - www.alufiero.it
C.F./P.I.: IT 02947371205 - REA. RE 0279096

la giunzione si separa e il pannello si distacca. In questo modo, é possibile calcolare la distanza tra i punti di giunzione.
Nella realtà dei casi e delle applicazioni, la posizione dei fori di fissaggio é molto importante. Fori troppo vicini al bordo del pannello, perdono di resistenza e potrebbero risultare insufficienti allo scopo. Normalmente la distanza dell'asse del foro dal bordo del pannello dovrebbe essere almeno il doppio del diametro del foro. (v. appendice 4 per maggiori dati)

Nota: per poter prevenire la corrosione galvanica del pannello ALPOLIC®/fr si consiglia unicamente l'uso di rivetti,viti e bulloni di alluminio o inox. Mettendo il pannello a contatto con materiali diversi, occorre predisporre sul metallo un rivestimento di almeno 25 micron di spessore.

2. Espansione termica

Il tasso di espansione termica dei pannelli ALPOLIC®/fr è uguale a quello dell'alluminio. Perciò eventuali escursioni termiche non causeranno movimenti o assestamenti tra pannelli ALPOLIC®/fr ed estrusi d'alluminio. Al contrario, dato che acciaio e calcestruzzo hanno un coefficiente di espansione termica inferiore, è possibile che si verifichi un certo spostamento tra i pannelli e si può prevedere un certo movimento longitudinale tra i pannelli ALPOLIC®/fr e questi materiali strutturali. Questo movimento è normalmente contenuto a 1-3mm , ma va controllato misurandolo con metodi adeguati.

Espansione e contrazione termica

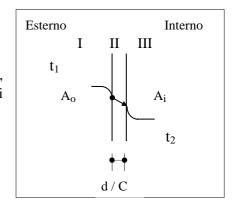
Materiale	Tasso di espansione (/°C)	Allungamento/m ogni 50°C
ALPOLIC®/fr	24×10^{-6}	1.2mm
Alluminio	24×10^{-6}	1.2mm
Acciaio	12×10^{-6}	0.6mm
Calcestruzzo	12×10^{-6}	0.6mm
Foglie di acrilico	$50\text{-}90\times10^{-6}$	2.5-4.5mm

Al contrario di alluminio e calcestruzzo, l'acrilico ha un tasso di espansione superiore a quello dei pannelli e quindi se viene abbinato all'ALPOLIC® occorre prevedere spazio sufficiente al movimento del materiale di acrilico.
Lo schema in figura rappresenta un caso tipico di foro allargato per bilanciare possibili movimenti tra il pannello ALPOLIC®/fr e il supporto di acciaio.

3. Proprietà di isolamento termico

Ai fini dell'applicazione dei pannelli ALPOLIC®/fr come rivestimento di un muro esterno, occorre valutare le proprietà d'isolamento termico della struttura globale.

Il calore si propaga in tre modi diversi: per radiazione, convezione e conduzione. La trasmissione del calore sui muri esterni avviene per combinazione di questi tre meccanismi.

Trasmissione del calore

In caso di escursioni termiche tra ambienti interni ed esterni, il calore si propaga dalle zone calde verso quelle più fredde per mezzo di (I) passaggio da atmosfera a muro, (II) conduzione del calore attraverso il muro e (III) trasferimento di calore da muro ad aria. Questo processo globale viene definito trasmissione termica e si esprime con un valore K (kcal/m^{2}h°C) o U (W/(m^{2}K).

1: ALPOLIC/fr
2: Intercapedine 100mm
3: Muro di mattoni 115mm
4: Intercapedine 50mm
5: Pannello di gesso 12mm

La trasmissione del calore attraverso la struttura muraria é la somma dei vari passaggi del calore attraverso ogni singolo elemento della struttura a partire dalla superficie esterna del pannello ALPOLIC®/fr fino alla superficie interna del muro. In linea generale, il pannello ALPOLIC®/fr di per sé non ha sufficienti poteri di isolamento per poter fungere da muro esterno, ma l'intercapedine che si crea nel montaggio tra pannello ALPOLIC®/fr e muro ha un notevole effetto isolante. La seguente tabella contiene un esempio di calcolo della trasmissione totale di calore.

Esempio di calcolo della trasmissione di calore attraverso un muro esterno

No	Flussi di propagamento del calore	Equazione	Valore in kcal/m^{2}h°C
1'	Trasmissione da atmosfera a ALPOLIC®	$1/A_o$	0.05
1	Conduzione di calore interna nell'ALPOLIC®	d_1/C_1	0.004/0.39=0.01
2	Trasmissione di calore interna nell'intercapedine	d_2/C_2	0.10
3	Conduzione di calore interna nel muro di mattoni	d_3/C_3	0.115/0.24=0.48
4	Trasmissione di calore interna nell'intercapedine	d_4/C_4	0.10
5	Conduzione di calore interna nel pannello di gesso	d_5/C_5	0.012/0.11=0.11
5'	Trasmissione di calore da pannello di gesso ad ambiente interno	$1/A_I$	0.13
	Totale	$1/K=1/A_o+\Sigma\, d_i/C_i+1/A_i$	1/K=0.98 K=1.02 kcal/m^{2}h°C (U=1.19 W/(m^{2}K)

Valore K: Trasmissione di calore (kcal/m^{2}h)
$A_{o,\,i}$: Coefficiente di trasferimento del calore (kcal/m^{2}h°C)
C: Conduttività termica (kcal/mh°C)
d: Spessore del muro (m)

Note: Il valore K é detto anche valore U espresso in SI come da norme ISO e convertito per K (kcal/m^{2}h)= 0.86×U (W/(m^{2}K)).
Per maggiori dettagli si rimanda **all'appendice 5.**

4. Impermeabilizzazione

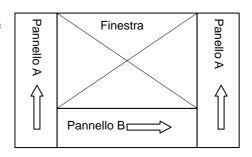
Per garantire la tenuta delle giunzioni tra i pannelli, basta nella maggioranza dei casi un normale sigillante per giunti. Il sigillante deve essere conforme alle applicazioni di progetto e quindi compatibile con i pannelli ALPOLIC®/fr. Silicone, silicone modificato, polisolfuri e poliuretani sono sigillanti per esterni e tra tutti il silicone è il migliore in termini resistenza agli agenti atmosferici anche se, come tutti sanno, macchia la superficie del pannello. Di recente, sono apparsi sul mercato alcuni tipi di silicone di nuova generazione che macchiano molto meno. All'**appendice 6** viene fornita un'analisi comparativa tra vari sigillanti. Per quanto riguarda la giunzione e quindi i dati tecnici del giunto (ad esempio larghezza e spessore), si rimanda alle istruzioni e specifiche del produttore del

sigillante.
È fondamentale che il giunto venga realizzato a regola d'arte. Giunti mal fatti andranno sicuramente a scapito dell'aspetto estetico della facciata, ma anche della tenuta e impermeabilizzazione del giunto. Perciò, gli artigiani e le imprese posatrici dovranno eseguire il lavoro con estrema attenzione seguendo le istruzioni del produttore del sigillante. Per quanto riguarda il metodo di realizzazione del giunto, si rimanda alla sezione **"Lavorazioni e montaggio"**.

Nei casi di giunti con guarnizione di plastica, l'impermeabilizzazione non risulta essere perfetta a causa della sua durata a lungo termine. In questi casi, si consiglia una seconda impermeabilizzazione dietro il giunto per garantire la massima tenuta.

5. Aspetto e pannelli speciali

(1) Senso di verniciatura per colori metallizzati e smalti

Per colori metallizzati e smalti, va considerato che ci sarà sempre una leggera differenza di tonalità dovuta alla direzione della verniciatura, a seconda che il pannello sia in piedi (formato ritratto) o sdraiato (formato paesaggio). Una volta che il pannello é montato, questa leggera differenza risulta percepibile solo da certe angolazioni. Perciò, in caso di verniciatura longitudinale e trasversale su una stessa superficie, occorre considerare e valutare sempre l'effetto tonalità.
L'esempio riportato in figura dimostra che la differenza di tono tra i pannelli A e B é percettibile a certe angolazioni solo in caso di colori metallizzati e smalti.

La serie "Pietre" richiede altrettanta attenzione in quanto lo strato di finitura di questi pannelli, ottenuto con spargimento di graniglie in direzioni precise, è soggetto allo stesso effetto totalizzante.

In caso di pannelli tinta unita non metallizzata, tali differenze di tonalità sono irrilevanti. I pannelli tinta unita possono essere realizzati in sensi diversi di verniciatura in quanto la finitura per spalmatura è più liscia e fine.

(2) Limite di curvatura

Esistono due tipi di metodi di curvatura: con presso-piega o con piegatrice a rulli. Nel primo caso, il raggio minimo di curvatura del pannello ALPOLIC®/fr é di circa 80-100mm mentre nel secondo è di 250-300mm a seconda del diametro del rullo di curvatura. (v. sezione **"Lavorazioni e montaggio"** per maggiori dettagli)

(3) Pannelli speciali

La richiesta di pannelli speciali come per esempio quelli tridimensionali è in continuo aumento. Nel caso di pannelli così elaborati, occorre studiare come realizzare la forma senza scapito per le proprietà del ALPOLIC®/fr. A volte è necessario chiedere al progettista o all'architetto di cambiare forme ed accettare compromessi rispetto al progetto originale. La sezione **"lavorazioni e montaggi"** contiene diversi esempi di pannelli speciali.

6. Protezione da fulmini e scosse elettriche

Il pannello ALPOLIC®/fr va necessariamente protetto da scariche elettriche e da fulmini che potrebbero colpirlo al posto del normale parafulmine dell'edificio. Collegando la lamina di alluminio a terra, l'elettricità viene scaricata a terra senza alcun pericolo per le aree limitrofe al pannello anche gravemente colpito dall'impatto con il fulmine. (v. **Appendice 7** per maggiori informazioni)

AluFiero s.r.l. Via Prampolini, 4 42025 Cavriago (RE)
tel.: +39 0522 947917 - fax: +39 0522 494184
info@alufiero.it - www.alufiero.it
C.F./P.I.: IT 02947371205 - REA. RE 0279096

Appendice 1

Resistenza strutturale dei pannelli ALPOLIC®/fr

La massima sollecitazione ammissibile sulla lamina di alluminio del pannello ALPOLIC/fr si può calcolare con la seguente equazione:

Sollecitazione = $B \cdot w \cdot b^2 / t^2$

Dove: b = larghezza o altezza del pannello o quale delle due sia minore
B= coefficiente dipendente dal rapporto a/b (Larghezza pannello /altezza pannello) e condizioni di sostegno come da fascicolo bianco (White Binder) Pag. 10.
W= Pressione del vento (N/mm^2 o $10^{-6} \times N/m^2$ o $10^{-3} \times kPa$)
t^2= quadrato dello spessore apparente del ALPOLIC® come da seguente tabella:

I valori relativi al pannello ALPOLIC®/fr spessore 3mm, 4mm e 6mm sono i seguenti:

ALPOLIC®/fr	t^2 (mm^2)	0.2% della sollecitazione oltre il limite elastico
3mm	6.33	152 N/ mm^2
4mm	9.25	152 N/ mm^2
6mm	15.17	152 N/ mm^2

Se la sollecitazione massima calcolata con la suddetta equazione non eccede lo 0.2% della sollecitazione oltre il limite elastico (snervamento), le due lamine di alluminio sono ancora entro i limiti di elasticità e non si verifica deformazione permanente.
Nota: per maggiori particolari sul metodo di calcolo, vedi fascicolo bianco (White Binder) dove si indicano i vari metodi di calcolo per scopi generici.
La massima flessione del pannello ALPOLIC/fr w si calcola invece con la seguente equazione:

Flessione = $A \cdot w \cdot b^4 / E_{AP} t_{AP}^3$

Dove: b= larghezza o altezza del pannello o quale delle due sia minore
A= coefficiente dipendente dal rapporto a/b (Larghezza pannello /altezza pannello) e condizioni di sostegno come da fascicolo bianco (White Binder) Pag. 12
w= pressione del vento (N/mm^2 o $10^{-6} \times N/m^2$ o $10^{-3} \times kPa$)
E_{AP}= Modulo flessurale di elasticità del pannello
t_{AP}:= Spessore ALPOLIC/fr

I valori $E_{AP} t_{AP}^3$ sono i seguenti:

ALPOLIC®/fr	E_{AP} (N/mm^2)	$E_{AP} t_{AP}^3$ ($N \cdot mm$)
3mm	49000	1323×10^3
4mm	39800	2546×10^3
6mm	29100	6287×10^3

Le tabelle da 1 a 6 contengono i risultati dei calcoli per pannelli ALPOLIC/fr da 3mm, 4mm e 6mm. La condizione contrassegnata da “>” indica che la sollecitazione massima é superiore allo 0.2% della sollecitazione oltre limite di elasticità (snervamento) dell’alluminio 3105-H14 (152 N/mm^2). In questo caso si dovranno prevedere dei rinforzi. Per altri casi di sollecitazione inferiore a 152 N/mm^2, il pannello é in grado di resistere senza ulteriori rinforzi.

	Spessore ALPOLIC®/fr	Supporto
Tabella 1	4mm	4 lati fissi
Tabella 2	4mm	4 lati solo supportati
Tabella 3	6mm	4 lati fissi
Tabella 4	6mm	4 lati solo supportati
Tabella 5	3mm	4 lati fissi
Tabella 6	3mm	4 lati solo supportati

In tutti gli altri casi non citati in queste tabelle, si prega di consultare i nostri uffici e richiedere calcoli di verifica specifici.

Caso 1.: pannello ALPOLIC®/fr da 4mm fissato su 4 lati

Condizioni generali

Spessore pannello	ALPOLIC/fr 4mm
Tipo di montaggio	fissato su 4 lati
Rinforzi	Nessuno

Massima sollecitazione (N/mm^2)

w, kPa (kg/m^2)	Largh. pannello (b, mm)	Lungh. panello (a, mm) 900	1200	1500	1800	2100	2400	2700	3000	>3000
1.0 (102)	600	18	19	19	19	19	19	19	19	19
	900	27	37	42	44	44	44	44	44	44
	1200	37	48	62	70	75	77	78	78	78
	1500	42	62	75	93	106	114	119	121	122
1.5 (153)	600	26	29	29	29	29	29	29	29	29
	900	40	55	62	65	66	66	66	66	66
	1200	55	72	93	106	113	116	117	117	117
	1500	62	93	112	140	159 >	171 >	178 >	181 >	182 >
2.0 (204)	600	35	39	39	39	39	39	39	39	39
	900	54	73	83	87	88	88	88	88	88
	1200	73	96	123	141	150	155 >	156 >	156 >	156 >
	1500	83	123	150	187 >	212 >	228 >	237 >	242 >	243 >
2.5 (255)	600	44	48	49	49	49	49	49	49	49
	900	67	91	104	109	109	109	109	109	109
	1200	91	120	154 >	176 >	188 >	194 >	195 >	195 >	195 >
	1500	104	154 >	187 >	233 >	265 >	285 >	296 >	302 >	304 >
3.0 (306)	600	53	58	58	58	58	58	58	58	58
	900	81	110	125	131	131	131	131	131	131
	1200	110	144	185 >	211 >	225 >	232 >	234 >	234 >	234 >
	1500	125	185 >	225 >	280 >	318 >	342 >	356 >	363 >	365 >

Nota: il segno “>” sta ad indicare i casi dove la massima sollecitazione supera lo 0.2% della sollecitazione oltre il limite elastico (snervamento) della lamina di alluminio 3105 H14 (152 N/mm^2). In questi casi è obbligatorio un rinforzo.

Massima deflessione (mm)

w, kPa (kg/m2)	Largh. pannello (b, mm)	Lungh. pannello (a, mm) 900	1200	1500	1800	2100	2400	2700	3000	>3000
1.0 (102)	600	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	900	4	5	7	7	7	7	7	7	7
	1200	6	11	16	19	21	23	23	23	23
	1500	7	16	27	37	45	50	53	55	56
1.5 (153)	600	2	2	2	2	2	2	2	2	2
	900	5	8	10	11	11	11	11	11	11
	1200	8	17	24	29	32	34	35	35	35
	1500	10	24	41	56	NA >	NA >	NA >	NA >	NA >
2.0 (204)	600	2	3	3	3	3	3	3	3	3
	900	7	11	13	14	15	15	15	15	15
	1200	11	22	32	39	43	NA >	NA >	NA >	NA >
	1500	13	32	55	NA >	NA >	NA >	NA >	NA >	NA >
2.5 (255)	600	3	4	4	4	4	4	4	4	4
	900	9	14	16	18	18	18	18	18	18
	1200	14	28	NA >	NA >	NA >	NA >	NA >	NA >	NA >
	1500	16	NA >	NA >	NA >	NA >	NA >	NA >	NA >	NA >
3.0 (306)	600	4	4	4	4	4	4	4	4	4
	900	11	16	20	21	22	22	22	22	22
	1200	17	34	NA >	NA >	NA >	NA >	NA >	NA >	NA >
	1500	20	NA >	NA >	NA >	NA >	NA >	NA >	NA >	NA >

Caso 2. : pannello ALPOLIC®/fr da 4mm con 4 lati solo supportati

Condizioni generali

Spessore pannello	ALPOLIC/fr 4mm
Tipo di montaggio	4 lati solo supportati
Rinforzi	Nessuno

Massima sollecitazione (N/mm^2)

w, kPa	Largh. pannello	Lungh. pannello (a, mm)								
(kg/m2)	(b, mm)	900	1200	1500	1800	2100	2400	2700	3000	>3000
1.0	600	19	24	26	28	29	29	29	29	29
(102)	900	25	37	47	53	56	59	62	66	66
	1200	37	45	62	76	87	95	99	103	117
	1500	47	62	70	92	110	126	138	148	182 >
1.5	600	28	36	39	42	44	44	44	44	44
(153)	900	38	56	70	80	85	89	94	99	99
	1200	56	67	92	113	130	142	149	155 >	175 >
	1500	70	92	105	137	165 >	189 >	208 >	223 >	274 >
2.0	600	38	47	52	56	58	58	58	58	58
(204)	900	50	75	94	107	113	119	125	131	131
	1200	75	89	123	151	173 >	190 >	198 >	206 >	234 >
	1500	94	123	140	183 >	220 >	252 >	277 >	297 >	365 >
2.5	600	47	59	64	69	73	73	73	73	73
(255)	900	63	93	117	134	141	149	156 >	164 >	164 >
	1200	93	112	154 >	189 >	216 >	237 >	248 >	258 >	292 >
	1500	117	154 >	175 >	229 >	275 >	315 >	346 >	371 >	456 >
3.0	600	57	71	77	83	88	88	88	88	88
(306)	900	76	112	141	160 >	169 >	178 >	187 >	197 >	197 >
	1200	112	134	185 >	227 >	260 >	285 >	297 >	309 >	350 >
	1500	141	185 >	210 >	275 >	331 >	377 >	415 >	445 >	547 >

Nota: il segno ">" sta ad indicare i casi dove la massima sollecitazione supera lo 0.2% della sollecitazione oltre il limite elastico (snervamento) della lamina di alluminio 3105 H14 (152 N/mm^2). In questi casi è obbligatorio un rinforzo.

Massima deflessione (mm)

w, kPa	Largh. pannello	Lungh. pannello (a, mm)								
(kg/m2)	(b, mm)	900	1200	1500	1800	2100	2400	2700	3000	>3000
1.0	600	4	6	6	7	7	7	7	7	7
(102)	900	11	19	24	29	31	32	34	37	37
	1200	18	36	54	68	81	90	95	100	109
	1500	24	54	87	123	153	180	202	221	NA >
1.5	600	6	8	9	10	11	11	11	11	11
(153)	900	17	28	37	43	46	49	52	55	55
	1200	28	54	80	102	121	136	142	NA >	NA >
	1500	37	80	131	185	NA >	NA >	NA >	NA >	NA >
2.0	600	9	11	12	14	14	14	14	14	14
(204)	900	23	37	49	57	61	65	69	73	73
	1200	37	72	107	137	NA >	NA >	NA >	NA >	NA >
	1500	49	107	175	NA >	NA >	NA >	NA >	NA >	NA >
2.5	600	11	14	16	17	18	18	18	18	18
(255)	900	28	46	61	72	76	81	NA >	NA >	NA >
	1200	46	90	NA >	NA >	NA >	NA >	NA >	NA >	NA >
	1500	61	NA >	NA >	NA >	NA >	NA >	NA >	NA >	NA >
3.0	600	13	17	19	20	22	22	22	22	22
(306)	900	34	56	73	NA >	NA >	NA >	NA >	NA >	NA >
	1200	55	108	NA >	NA >	NA >	NA >	NA >	NA >	NA >
	1500	73	NA >	NA >	NA >	NA >	NA >	NA >	NA >	NA >

Caso 3: pannello ALPOLIC®/fr da 6mm fissato su 4 lati

Condizioni generali

Spessore pannello	ALPOLIC/fr 6mm
Tipo di montaggio	Fissato su 4 lati
Rinforzi	Nessuno

Massima sollecitazione (N/mm^2)

w, kPa (kg/m2)	Largh. pannello (b, mm)	Lungh. pannello (a, mm)								
		900	1200	1500	1800	2100	2400	2700	3000	>3000
1.0 (102)	600	11	12	12	12	12	12	12	12	12
	900	16	22	25	27	27	27	27	27	27
	1200	22	29	38	43	46	47	47	47	47
	1500	25	38	46	57	65	69	72	74	74
1.5 (153)	600	16	18	18	18	18	18	18	18	18
	900	25	33	38	40	40	40	40	40	40
	1200	33	44	56	64	69	71	71	71	71
	1500	38	56	68	85	97	104	108	111	111
2.0 (204)	600	21	24	24	24	24	24	24	24	24
	900	33	45	51	53	53	53	53	53	53
	1200	45	58	75	86	92	94	95	95	95
	1500	51	75	91	114	129	139	145	148	148
2.5 (255)	600	27	30	30	30	30	30	30	30	30
	900	41	56	63	66	67	67	67	67	67
	1200	56	73	94	107	114	118	119	119	119
	1500	63	94	114	142	162 >	174 >	181 >	184 >	185 >
3.0 (306)	600	32	35	36	36	36	36	36	36	36
	900	49	67	76	80	80	80	80	80	80
	1200	67	88	113	129	137	142	142	142	142
	1500	76	113	137	171 >	194 >	208 >	217 >	221 >	222 >

Nota: il segno “>” sta ad indicare i casi dove la massima sollecitazione supera lo 0.2% della sollecitazione oltre il limite elastico (snervamento) della lamina di alluminio 3105 H14 (152 N/mm^2). In questi casi è obbligatorio un rinforzo.

Massima deflessione (mm)

w, kPa (kg/m2)	Largh. pannello (b, mm)	Lungh. pannello (a, mm)								
		900	1200	1500	1800	2100	2400	2700	3000	>3000
1.0 (102)	600	0	1	1	1	1	1	1	1	1
	900	1	2	3	3	3	3	3	3	3
	1200	2	5	7	8	9	9	9	9	9
	1500	3	7	11	15	18	20	21	22	23
1.5 (153)	600	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	900	2	3	4	4	4	4	4	4	4
	1200	3	7	10	12	13	14	14	14	14
	1500	4	10	17	23	27	30	32	33	34
2.0 (204)	600	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	900	3	4	5	6	6	6	6	6	6
	1200	4	9	13	16	17	18	19	19	19
	1500	5	13	22	30	36	40	43	45	46
2.5 (255)	600	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	900	4	6	7	7	7	7	7	7	7
	1200	6	11	16	20	22	23	23	23	23
	1500	7	16	28	38	NA >	NA >	NA >	NA >	NA >
3.0 (306)	600	1	2	2	2	2	2	2	2	2
	900	4	7	8	9	9	9	9	9	9
	1200	7	14	20	24	26	27	28	28	28
	1500	8	20	33	NA >	NA >	NA >	NA >	NA >	NA >

Caso 4: pannello ALPOLIC®/fr da 6mm con 4 lati solo supportati

Condizioni generali

Spessore pannello	ALPOLIC/fr 6mm
Tipo di montaggio	4 lati solo supportati
Rinforzi	Nessuno

Massima sollecitazione (N/mm^2)

w, kPa (kg/m2)	Largh. pannello (b, mm)	Lungh. pannello (a, mm)								
		900	1200	1500	1800	2100	2400	2700	3000	>3000
1.0 (102)	600	12	14	16	17	18	18	18	18	18
	900	15	23	29	33	34	36	38	40	40
	1200	23	27	38	46	53	58	60	63	71
	1500	29	38	43	56	67	77	84	91	111
1.5 (153)	600	17	22	24	25	27	27	27	27	27
	900	23	34	43	49	52	54	57	60	60
	1200	34	41	56	69	79	87	91	94	107
	1500	43	56	64	84	101	115	127	136	167 >
2.0 (204)	600	23	29	31	34	36	36	36	36	36
	900	31	46	57	65	69	73	76	80	80
	1200	46	55	75	92	106	116	121	126	142
	1500	57	75	85	112	134	153 >	169 >	181 >	222 >
2.5 (255)	600	29	36	39	42	44	44	44	44	44
	900	38	57	71	81	86	91	95	100	100
	1200	57	68	94	115	132	145	151	157 >	178 >
	1500	71	94	107	139	168 >	192 >	211 >	226 >	278 >
3.0 (306)	600	35	43	47	51	53	53	53	53	53
	900	46	68	86	98	103	109	114	120	120
	1200	68	82	113	138	158 >	174 >	181 >	188 >	214 >
	1500	86	113	128	167 >	202 >	230 >	253 >	272 >	334 >

Nota: il segno “>” sta ad indicare i casi dove la massima sollecitazione supera lo 0.2% della sollecitazione oltre il limite elastico (snervamento) della lamina di alluminio 3105 H14 (152 N/mm^2). In questi casi è obbligatorio un rinforzo.

Massima deflessione (mm)

w, kPa (kg/m2)	Largh. pannello (b, mm)	Lungh. pannello (a, mm)								
		900	1200	1500	1800	2100	2400	2700	3000	>3000
1.0 (102)	600	2	2	3	3	3	3	3	3	3
	900	5	7	10	12	12	13	14	15	15
	1200	7	15	22	28	33	37	38	40	44
	1500	10	22	35	50	62	73	82	89	107
1.5 (153)	600	3	3	4	4	4	4	4	4	4
	900	7	11	15	17	19	20	21	22	22
	1200	11	22	33	41	49	55	58	61	66
	1500	15	33	53	75	93	109	123	134	NA >
2.0 (204)	600	3	5	5	6	6	6	6	6	6
	900	9	15	20	23	25	26	28	30	30
	1200	15	29	43	55	65	73	77	81	88
	1500	20	43	71	100	124	NA >	NA >	NA >	NA >
2.5 (255)	600	4	6	6	7	7	7	7	7	7
	900	11	19	25	29	31	33	35	37	37
	1200	19	36	54	69	82	92	96	NA >	NA >
	1500	25	54	89	125	NA >	NA >	NA >	NA >	NA >
3.0 (306)	600	5	7	8	8	9	9	9	9	9
	900	14	22	30	35	37	39	42	45	45
	1200	22	44	65	83	NA >	NA >	NA >	NA >	NA >
	1500	30	65	106	NA >	NA >	NA >	NA >	NA >	NA >

Caso 5: pannello ALPOLIC®/fr da 3mm con 4 lati fissati

Condizioni generali

Spessore pannello	ALPOLIC/fr 3mm
Tipo di montaggio	Fissato su 4 lati
Rinforzi	Nessuno

Massima sollecitazione (N/mm^2)

w, kPa (kg/m2)	Largh. pannello (b, mm)	Lungh. panello (a, mm)								
		900	1200	1500	1800	2100	2400	2700	3000	>3000
1.0 (102)	600	26	28	28	28	28	28	28	28	28
	900	39	53	61	64	64	64	64	64	64
	1200	53	70	90	103	110	113	114	114	114
	1500	61	90	109	136	155 >	166 >	173 >	177 >	178 >
1.5 (153)	600	39	42	43	43	43	43	43	43	43
	900	59	80	91	95	96	96	96	96	96
	1200	80	105	135	154 >	165 >	170 >	171 >	171 >	171 >
	1500	91	135	164 >	204 >	232 >	250 >	260 >	265 >	267 >
2.0 (204)	600	51	57	57	57	57	57	57	57	57
	900	79	107	121	127	128	128	128	128	128
	1200	107	140	180 >	206 >	219 >	226 >	227 >	227 >	227 >
	1500	121	180 >	219 >	273 >	310 >	333 >	346 >	354 >	355 >

Nota: il segno “>” sta ad indicare i casi dove la massima sollecitazione supera lo 0.2% della sollecitazione oltre il limite elastico (snervamento) della lamina di alluminio 3105 H14 (152 N/mm^2). In questi casi è obbligatorio un rinforzo.

Massima deflessione (mm)

w, kPa (kg/m2)	Largh. pannello (b, mm)	Lungh. panello (a, mm)								
		900	1200	1500	1800	2100	2400	2700	3000	>3000
1.0 (102)	600	2	3	3	3	3	3	3	3	3
	900	7	11	13	14	14	14	14	14	14
	1200	11	22	31	37	41	43	45	45	45
	1500	13	31	53	72	NA >	NA >	NA >	NA >	NA >
1.5 (153)	600	4	4	4	4	4	4	4	4	4
	900	10	16	19	21	21	21	21	21	21
	1200	16	32	47	NA >	NA >	NA >	NA >	NA >	NA >
	1500	19	47	NA >	NA >	NA >	NA >	NA >	NA >	NA >
2.0 (204)	600	5	5	6	6	6	6	6	6	6
	900	14	21	25	27	28	28	28	28	28
	1200	21	43	NA >	NA >	NA >	NA >	NA >	NA >	NA >
	1500	25	NA >	NA >	NA >	NA >	NA >	NA >	NA >	NA >

AluFiero s.r.l. Via Prampolini, 4 42025 Cavriago (RE)
tel.: +39 0522 947917 - fax: +39 0522 494184
info@alufiero.it - www.alufiero.it
C.F./P.I.: IT 02947371205 - REA. RE 0279096

Caso 6: pannello ALPOLIC®/fr da 3mm con 4 lati solo supportati

Condizioni generali

Spessore pannello	ALPOLIC/fr 3mm
Tipo di montaggio	4 lati solo supportati
Rinforzi	Nessuno

Massima sollecitazione (N/mm^2)

w, kPa (kg/m2)	Largh. pannello (b, mm)	Lungh. pannello (a, mm)								
		900	1200	1500	1800	2100	2400	2700	3000	>3000
1.0 (102)	600	28	35	38	41	43	43	43	43	43
	900	37	55	68	78	82	87	91	96	96
	1200	55	65	90	110	126	139	145	151	171 <
	1500	68	90	102	134	161 <	184 <	202 <	217 <	267 <
1.5 (153)	600	41	52	56	61	64	64	64	64	64
	900	55	82	103	117	124	130	137	144	144
	1200	82	98	135	166 <	190 <	208 <	217 <	226 <	256 <
	1500	103	135	153 <	201 <	242 <	276 <	303 <	325 <	400 <
2.0 (204)	600	55	69	75	81	85	85	85	85	85
	900	74	109	137	156 <	165 <	174 <	183 <	192 <	192 <
	1200	109	131	180 <	221 <	253 <	278 <	289 <	301 <	341 <
	1500	137	180 <	204 <	267 <	322 <	368 <	404 <	434 <	533 <

Nota: il segno “>” sta ad indicare i casi dove la massima sollecitazione supera lo 0.2% della sollecitazione oltre il limite elastico (snervamento) della lamina di alluminio 3105 H14 (152 N/mm^2). In questi casi è obbligatorio un rinforzo.

Massima deflessione (mm)

w, kPa (kg/m2)	Largh. pannello (b, mm)	Lungh. pannello (a, mm)								
		900	1200	1500	1800	2100	2400	2700	3000	>3000
1.0 (102)	600	8	11	12	13	14	14	14	14	14
	900	22	36	47	55	59	63	66	71	71
	1200	36	69	103	131	155	174	183	192	209
	1500	47	103	168	237	NA <	NA <	NA <	NA <	NA <
1.5 (153)	600	12	16	18	20	21	21	21	21	21
	900	33	53	70	83	88	94	99	106	106
	1200	53	103	155	NA <	NA <	NA <	NA <	NA <	NA <
	1500	70	155	NA <	NA <	NA <	NA <	NA <	NA <	NA <
2.0 (204)	600	16	22	24	26	28	28	28	28	28
	900	44	71	94	NA <	NA <	NA <	NA <	NA <	NA <
	1200	71	138	NA <	NA <	NA <	NA <	NA <	NA <	NA <
	1500	94	NA <	NA <	NA <	NA <	NA <	NA <	NA <	NA <

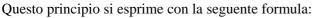
Appendice 2

Calcolo strutturale del pannello ALPOLIC®/fr

1. Pannello strutturale non rafforzato

(1) Calcolo della sollecitazione massima

Quando si trova sottoposto alla forza del vento, il pannello ALPOLIC/fr evidenzia un certo grado di flessione. Contemporaneamente, nel pannello si forma un determinato livello di sollecitazione dovuto alla resistenza alla forza di curvatura.

La resistenza teorica del pannello ALPOLIC/fr viene calcolata come se la resistenza del pannello alle forze di curvatura dipendesse esclusivamente e totalmente dalle lamine di alluminio. Purché la forza esercitata sulla lamina di alluminio sia inferiore alla massima sollecitazione ammissibile(0.2% dello snervamento o sollecitazione oltre il limite di curvatura), il pannello si considera elastico. Pertanto occorre verificare se la sollecitazione sia inferiore o superiore al limite massimo ammissibile.
Questo principio si esprime con la seguente formula:

$Forza_M < Forza_Y$

Dove:

$Forza_M$ = Massima sollecitazione della lamina di alluminio (N/mm² o kg/mm²)
$Forza_Y$ = 0.2% dello snervamento della lamina d'alluminio (N/mm² o kg/mm²)

Lo 0.2% dello snervamento (sollecitazione oltre il limite d'elasticità) dipende dal tipo d'alluminio e dalle condizioni di tempra. Per l'ALPOLIC (3105 H14) si applica il seguente valore:

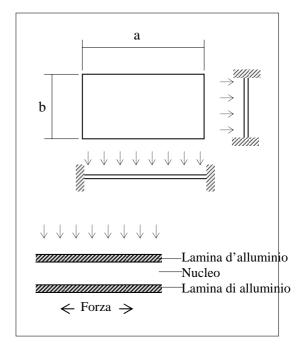
$Forza_Y$ =152 Ng/mm² (=15.5 kg/mm²)

La massima forza esercitata sulla lamina di alluminio in base al montaggio e alle dimensioni del pannello, viene calcolata con la seguente equazione:

$Forza_M = B \cdot w \cdot b^2 / t^2$

DOVE:

b: larghezza o peso del pannello, o quale delle due sia inferiore
B: coefficiente dipendente dal rapporto a/b (larghezza panello /altezza pannello)
w: carico del vento (kPa, kN/ m² o kg/m²)
t^2: quadrato dello spessore apparente del pannello ALPOLIC/fr (v. tabella seguente)

ALPOLIC/fr	t^2 (mm²)
3 mm	6.33
4 mm	9.25
6 mm	15.17

(2) Esempio di calcolo della massima forza di sollecitazione

A. ASSUNTO:

Carico del vento: 1.5 kPa (1.5 kN/m^2 = 153 kg/m^2)
Spessore ALPOLIC/fr: 4 mm
Dimensione pannello: 1220×2440 mm
Tipo di montaggio: fissato su 4 lati

B. RISULTATO:

$Forza_M = B \cdot w \cdot b^2 / t^2$

Dove: a/b=2.0 e B=0.4974 (v. tabella 1 o fascicolo White Binder Pagina 10)

$Forza_M = 0.4974 \times 1500 \times 10^{-6} \times 1220^2 / 9.25$

$= 120 < 152$ N/mm^2

Perciò la condizione di resistenza del pannello alle suddette condizioni del caso incluso un fattore di sicurezza dell'1,26 é verificata.

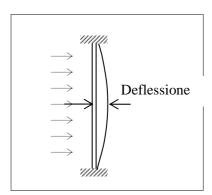
(2) Calcolo della deflessione

La deflessione del pannello ALPOLIC/fr si può calcolare con la seguente equazione:

$Deflessione = A \cdot w \cdot b^4 / (E_{AP} \cdot t_{AP}^3)$

Dove:

Deflessione =: massima deflessione del pannello ALPOLIC
b = largh. o altezza pannello o quale delle sue sia minore
A = coefficiente basato sul rapporto a/b (lung./largh.)
w = carico del vento (kPa, kN/ m^2 o kg/m^2)
E_{AP} = modulo elastico di flessione dell'ALPOLIC/fr (N/mm^2 o kg/mm^2)
t_{AP} = Spessore del pannello ALPOLIC/fr (mm)
$E_{AP} \cdot t_{AP}^3$ si ricava dalla seguente tabella:

ALPOLIC/fr	$E_{AP} \cdot t_{AP}^3$ (N·mm)	$E_{AP} \cdot t_{AP}^3$ (kg·mm)
3 mm	1323×10^3	135.0×10^3
4 mm	2546×10^3	259.8×10^3
6 mm	6287×10^3	641.5×10^3

(4) Esempio di calcolo della flessione

A. ASSUNTO:

Carico del vento: 1.5 kPa (1.5 kN/m^2 = 153 kg/m^2)
Spessore pannello ALPOLIC/fr: 4 mm
Dimensioni pannello: 1220×2440 mm
Tipo di montaggio: pannello fissato su 4 lati

B. RISULTATO:

$Deflessione = A \cdot w \cdot b^4 / (E_{AP} \cdot t_{AP}^3)$

Dove:

a/b=2.0, e A = 0.0277 (come da tabella 2 o fascicolo White Binder Pagina 12)

$Deflessione = 0.0277 \times 1500 \times 10^{-6} \times 1220^4 / (2546 \times 10^3) = 36$ mm

2. Progettazione di un rinforzo per adeguata resistenza

Se le verifiche di cui sopra evidenziassero che la massima sollecitazione di progetto supera il limite ammissibile per la lamina di alluminio del pannello o se, al contrario, la massima flessione eccede il valore di specifica del progetto, è possibile studiare un rinforzo adeguato del pannello. In questo caso, si individua un possibile rinforzo e se ne valuta l'idoneità a fornire la resistenza richiesta. La rigidità dei rinforzi più comunemente utilizzati è riportata in tabella 3.

(1) Colcolo della sollecitazione

Il momento flettente di una superficie B si determina in base alla seguente equazione:

$M = W \cdot a^2 / 8$ (N·mm)
Dove:
W = carico del vento sulla superficie B
$W = w \cdot B$
(w = carico uniforme N/mm^2)

Questo momento flettente viene ripartito tra rinforzo e pannello nel seguente modo:

Rinforzo: $M_1 = M \cdot I_1 / (I_1 + I_2)$
ALPOLIC/fr: $M_2 = M \cdot I_2 / (I_1 + I_2)$
Dove:
I_1: Momento di inerzia del rinforzo (v. tabella 3)
I_2 : Momento di inerzia del pannello ALPOLIC/fr, calcolato con la seguente formula:
$I_2 = B \cdot (H^3 - h^3) / 12$ (mm^4)
B = lunghezza dell'area B in mm
H = spessore pannello ALPOLIC/fr in mm
H = spessore del nucleo o dello spazio interno tra le due lamine di alluminio in mm

Perciò, la sollecitazione di flessione si calcola in base alla seguente formula:
$Sollecitazion_1 = M_1 / Z_1$ (nel rinforzo)
$Sollecitazione_2 = M_2 / Z_2$ (nel pannello ALPOLIC/fr)

Dove:
Z_1: modulo di resistenza del rinforzo (v. tabella 3)
Z_2: modulo di resistenza del pannello ALPOLIC/fr,calcolato con la seguente formula:
$Z_2 = B \cdot (H^3 - h^3) / 6H$ (mm^3)

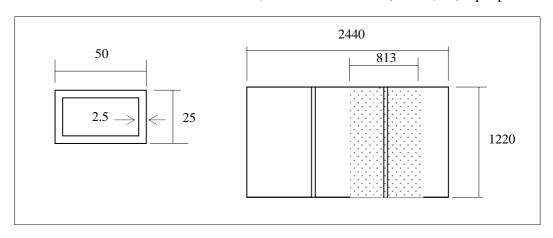
Pertanto se ne ricava che non si avrà deformazione permanente all'interno di questo campo:
$Forza_1 < Forza_{1Y}$ (rinforzo)
$Forza_2 < Forza_{2Y}$ (pannello ALPOLIC/fr)

Dove:
$Forza_{1Y}$: 0.2% dello snervamento del rinforzo (v. tabella 3)
$Forza_{eY}$: 0.2% dello snervamento della lamina di alluminio dell'ALPOLIC/fr (152 N/mm^2)

AluFiero s.r.l. Via Prampolini, 4 42025 Cavriago (RE)
tel.: +39 0522 947917 - fax: +39 0522 494184
info@alufiero.it - www.alufiero.it
C.F./P.I.: IT 02947371205 - REA. RE 0279096

(2) Esempio di calcolo di sollecitazione

A. ASSUNTO

Carico del vento:	2.5 kPa (=2.5 kN/m^2 = 255 kg/m^2)
Spessore ALPOLIC/fr:	4 mm
Dimensione pannello:	1220×2440 mm
Tipo di montaggio:	fissato su 4 lati
Rinforzo:	50×25×2.5mm t, estruso di alluminio (A6063, T5) 2 per pannello

B. Momento d'inerzia e modulo di resistenza

Rinforzo: $I_1 = 3.51\times10^4\ mm^4$

$Z_1 = 2.81\times10^3\ mm^3$

Pannello ALPOLIC/fr: $I_2 = B\cdot(H^3 - h^3) / 12 = 813\times(4^3 - 3^3) / 12$

$= 0.25\times10^4\ mm^4$

$Z_2 = B\cdot(H^3 - h^3) / 6H = 813\times(4^3 - 3^3) / 24$

$= 1.25\times10^3\ mm^3$

Rinforzo+ALPOLIC/fr: $\Sigma I = I_1 + I_2 = 3.76\times10^4\ mm^4$

C. Calcolo di sollecitazione

Momento flettente: $M = W\cdot a^2 \quad / 8$

$= 2500\times10^{-6}\times813\times1220^2/ 8 = 37.81\times10^4\ N\cdot mm$

Apporto rinforzo: $M_1 = M\cdot I_1 / (I_1 + I_2)$

$= 37.81\times10^4\times 3.51 / 3.76 = 35.30\times10^4$

Apporto ALPOLIC/fr: $M_2 = M\cdot I_2 / (I_1 + I_2)$

$= 37.81\times10^4\times 0.25/ 3.76 = 2.51\times10^4$

Sollecitazione di flessione: $Sollecitazione_1 = M_1 / Z_1$

$= 35.30\times10^4/ 2.81\times10^3 = 126 < 147\ N/mm^2$

(OK) $Sollecitazione = M_2 / Z_2$

$= 2.51\times10^4/ 1.25\times10^3 = 20 < 152\ N/mm^2$ (OK)

Perciò la condizione di resistenza del pannello con rinforzo alle suddette condizioni incluso un fattore di sicurezza dell'1,17 é verificata.

(3) Calcolo della deflessione

Come nel caso della resistenza al carico del vento, anche per la deflessione occorre calcolare la deflessione del rinforzo e del pannello prima separatamente e poi assieme.

Deflessione rinforzo

$Deflessione_1 = 5\,W \cdot a^4 / 384\,E_1 \cdot I_1$ (mm)

Dove:

E_1 = modulo elastico del rinforzo (=70000 N/mm^2)

Deflessione del pannello ALPOLIC/fr:

$Deflessione_2 = A \cdot w \cdot b^4 / (E_{AP} \cdot t_{AP}^3)$ (mm)

La somma dei due valori di deflessione si calcola con la seguente formula:

$Deflessione = Deflessione_1 \times Deflessione_2 / (Deflessione_1 + Deflessione_2)$ (mm)

(4) Esempio di calcolo della deflessione

A. ASSUNTO (come nei casi precedenti)

Carico del vento:	2.5 kPa (=2.5 kN/m^2 = 255 kg/m^2)
Spessore ALPOLIC/fr :	4 mm
Dimensioni pannello:	1220×2440 mm
Tipo di montaggio:	fissato su quattro lati
Rinforzo:	50×25×2.5mm t, estrusi di alluminio (A6063, T5), 2 per pannello

B. DEFLESSIONE

Deflessione rinforzo

$Deflessione_1 = 5\,W \cdot a^4 / 384\,E_1 \cdot I_1$

$= 5 \times 3000 \times 10^{-6} \times 813 \times 1220^4 / (384 \times 70000 \times 3.51 \times 10^4)$

$= 28.6$ mm

Deflessione ALPOLIC:

$Deflessione = A \cdot w \cdot b^4 / (E_{AP} \cdot t_{AP}^3)$

Dove:

a/b=1220/813=1.50, quindi A=0.0838 (v. tabella 2 o fascicolo White Binder Pag.12)

$Deflessione_2 = 0.0838 \times 3000 \times 10^{-6} \times 813^4 / (2546 \times 10^3)$

$= 43.1$ mm

Deflessione totale

$Deflessione = Deflessione_1 \times Deflessione_2 / (Deflessione_1 + Deflessione_2)$

$= 28.6 \times 43.1 / (28.6 + 43.1)$

$= 17.2$ mm

Tabella 1 coefficiente di calcolo della sollecitazione

<table>
<tr><th>Tipo di montaggio</th><th></th><th colspan="8">Formula e valore B</th></tr>
<tr><td>2 lati solo supportati e 2 liberi</td><td></td><td colspan="8">$\text{Sollecitazione}_M = 0.75 \cdot w \cdot b^2 / t^2$</td></tr>
<tr><td>2 lati fissi e 2 lati liberi</td><td></td><td colspan="8">$\text{Sollecitazione}_M = 0.5 \cdot w \cdot b^2 / t^2$</td></tr>
<tr><td rowspan="3">4 lati solo supportati</td><td rowspan="3"></td><td colspan="8">$\text{Sollecitazione}_M = B \cdot w \cdot b^2 / t^2$</td></tr>
<tr><td>a/b</td><td>1</td><td>1.2</td><td>1.4</td><td>1.6</td><td>1.8</td><td>2.0</td><td>3.0</td></tr>
<tr><td>B</td><td>0.2874</td><td>0.3762</td><td>0.4530</td><td>0.5172</td><td>0.5688</td><td>0.6102</td><td>0.7134</td></tr>
<tr><td rowspan="3">4 lati fissi</td><td rowspan="3"></td><td colspan="8">$\text{Sollecitazione}_M = B \cdot w \cdot b^2 / t^2$</td></tr>
<tr><td>a/b</td><td>1</td><td>1.2</td><td>1.4</td><td>1.6</td><td>1.8</td><td>2.0</td><td>>2.0</td></tr>
<tr><td>B</td><td>0.3078</td><td>0.3834</td><td>0.4356</td><td>0.4680</td><td>0.4872</td><td>0.4974</td><td>0.5000</td></tr>
</table>

Nota: quanto sopra è un estratto dal fascicolo White Binder Pagina10. Per altri casi specifici consultare il fascicolo completo.

Tabella 2 Coefficiente A di calcolo della deflessione

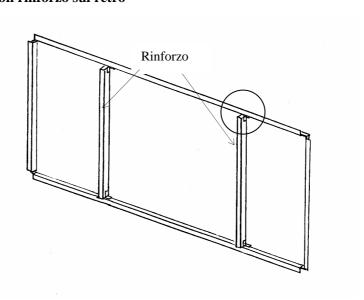
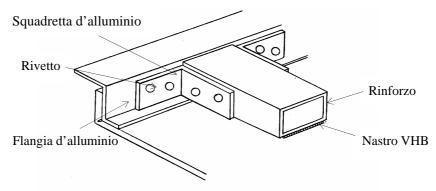
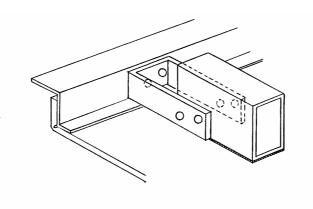
<table>
<tr><th>Tipo di montaggio</th><th></th><th colspan="9">Formula e valore A</th></tr>
<tr><td>2 lati solo appoggiati e 2 lati liberi</td><td></td><td colspan="9">$\text{Deflessione} = 0.156 \cdot w \cdot b^4 / (E_{AP}.t_{AP}^3)$</td></tr>
<tr><td>2 lati fissi e 2 liberi</td><td></td><td colspan="9">$\text{Deflessione} = 0.0313 \cdot w \cdot b^4 / (E_{AP}.t_{AP}^3)$</td></tr>
<tr><td rowspan="3">4 lati solo appoggiati</td><td rowspan="3"></td><td colspan="9">$\text{Deflessione} = A \cdot w \cdot b^4 / (E_{AP}.t_{AP}^3)$</td></tr>
<tr><td>a/b</td><td>1</td><td>1.2</td><td>1.4</td><td>1.6</td><td>1.8</td><td>2.0</td><td>3.0</td><td>>3.0</td></tr>
<tr><td>A</td><td>0.044</td><td>0.062</td><td>0.077</td><td>0.0906</td><td>0.1017</td><td>0.1110</td><td>0.1335</td><td>0.1422</td></tr>
<tr><td rowspan="3">4 lati fissi</td><td rowspan="3"></td><td colspan="9">$\text{Deflessione} = A \cdot w \cdot b^4 / (E_{AP}.t_{AP}^3)$</td></tr>
<tr><td>a/b</td><td>1</td><td>1.2</td><td>1.4</td><td>1.6</td><td>1.8</td><td>2.0</td><td>>2.0</td><td></td></tr>
<tr><td>A</td><td>0.0138</td><td>0.0188</td><td>0.0226</td><td>0.0251</td><td>0.0267</td><td>0.0277</td><td>0.0284</td><td></td></tr>
</table>

Nota: quanto sopra è un estratto dal fascicolo White Binder Pagina10. Per altri casi specifici consultare il fascicolo completo.

Tabella 3. Rigidità dei vari tipi di rinforzi

Rinforzo/Materiale (peso unitario)		Momento d'inerzia (I_X, mm^4)	Modulo di resistenza: (Z_X, mm^3)	0.2% snervamento (N/mm^2)
Estrusi di alluminio 40×20×2.0mmt 6063S-T5 (640g/m)	40 2.0t 20	$I_X = 1.44\times10^4$	$Z_X = 1.44\times10^3$	147 N/mm^2
Estrusi di alluminio 50×25×1.5mmt 6063S-T5 (600g/m)		$I_X = 2.34\times10^4$	$Z_X = 1.87\times10^3$	147 N/mm^2
Estrusi di alluminio 50×25×2.0mmt 6063S-T5 (800g/m)		$I_X = 2.96\times10^4$	$Z_X = 2.36\times10^3$	147 N/mm^2
Estrusi di alluminio 50×25×2.5mmt 6063S-T5 (1000g/m)		$I_X = 3.51\times10^4$	$Z_X = 2.81\times10^3$	147 N/mm^2
Estrusi di alluminio 40×20×2.0t 6063S-T5 (640g/m)		$I_X = 4.45\times10^4$	$Z_X = 2.22\times10^3$	147 N/mm^2
Estrusi di alluminio 50×25×1.5t 6063S-T5 (600g/m)		$I_X = 7.01\times10^4$	$Z_X = 2.80\times10^3$	147 N/mm^2
Estrusi di alluminio 50×25×2.0t 6063S-T5 (800g/m)		$I_X = 9.01\times10^4$	$Z_X = 3.60\times10^3$	147 N/mm^2
Estrusi di alluminio 50×25×2.5t 6063S-T5 (1000g/m)		$I_X = 10.85\times10^4$	$Z_X = 4.34\times10^3$	147 N/mm^2
Lamina di alluminio 60×30×3.0t 1100-H24 (970g/m)	60 30 3.0	$I_X = 2.80\times10^4$	$Z_X = 1.35\times10^3$	118 N/mm^2

Fig. 1 Sistema di fissaggio rinforzo

Pannello ALPOLIC/fr con rinforzo sul retro

Esempio A

Esempio B

Appendice 3

Test di deformazione da taglio esercitato parallelamente alla superficie del pannello

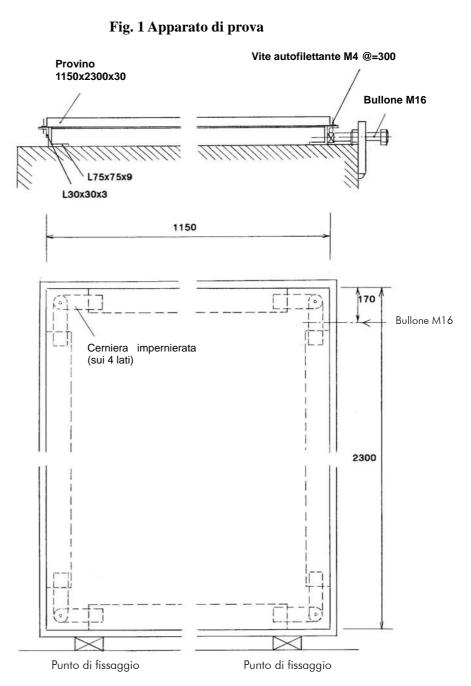
1. Norma di riferimento
   Il test è stato eseguito in conformità alle JIS A1414 "Test di deformazione di un pannello non portante dovuta a forze di taglio esercitate parallelamente alla superficie del pannello.

(1) Provino
Pannello a vassoio da 1150×2300 (profondità 30mm)
Materiale: ALPOLIC 4mm

(2) Apparato di prova
L'apparato usato per il test è rappresentato in figura. 1. Il provino é stato fissato al supporto su un angolo da L30×30×3mm con una vite autofilettante. Su un angolo è stato predisposto un bullone M16 per l'applicazione di una forza di taglio parallela alla superficie del pannello.

(3) Descrizione del test
Il bullone M16 è stato stretto fino ai seguenti valori di D1: P_1=1/400, P_2=1/300, P_3=1/200, P_4=1/150, P_5=1/100, P_6=1/75 e P_7=1/50. P rappresenta il rapporto tra spostamento orizzontale e altezza del pannello. A questo punto sono stati controllati i seguenti parametri:
A: Deformazione da deflessione residua del provino e punti di fissaggio
B: Segni (rumori) di rottura
C: Delaminazione (o distacco di pellicola superficiale) dello strato di finitura.
D: Crepa o fessura penetrante sul pannello e sui punti di fissaggio.

Fig. 1 Apparato di prova

Vite autofilettante M4 @=300
Provino
1150x2300x30
Bullone M16
L75x75x9
L30x30x3
1150
170
Bullone M16
Cerniera impernierata
(sui 4 lati)
2300
Punto di fissaggio
Punto di fissaggio

2. Risultati

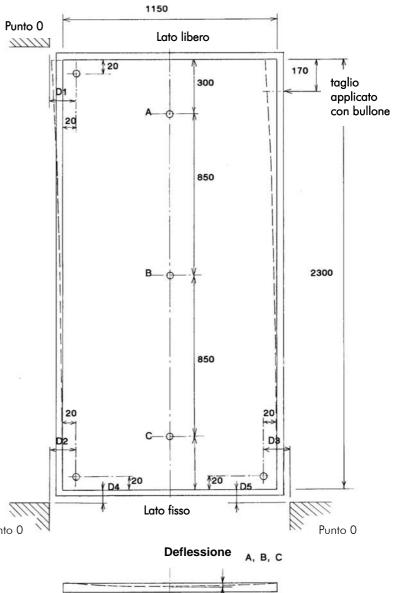
(1) Spostamento e deflessione del pannello

Rapporto di Spostamento (P)	Iniziale	1/400	1/300	1/200	1/150	1/100	1/75	1/50
Spostamento (mm)								
D1	0	6	8	11	16	23	31	46
D2	-	0	0	0	0	0	0	0
D3	-	-1	-2	-1	-1	-1	-2	-1
D4	-	-3	-4	-5	-6	-9	-11	-16
D5	-	0	0	1	1	3	4	6
Deflessione (mm)								
A	-	0	0	0	0	0	0.8	1.0
B	-	0	0	0	0	0	0.5	0.5
C	-	0	0	0	0.5	0.5	2.0	3.0

Nota: La posizione dei punti misurazione è indicata in figura

(2) Osservazioni durante e dopo il test

La flangia del pannello e il punto di fissaggio con vite autofilettante sono rimasti normali per tutta la durata e dopo il test. Lo spostamento è stato assorbito dalla deflessione del pannello che è ritornato perfettamente normale una volta completato il test. Rimossa la causa di spostamento, nessuna anomalia é stata riscontrata nelle altre zone del provino.

Fig. 2 : punti di misurazione

Appendice 4

Resistenza del telaio di fissaggio

1. Metodo di calcolo

Ai fini dei calcoli strutturali, il telaio di fissaggio può essere considerato come una trave su cui il carico del vento viene distribuito uniformemente. Normalmente il telaio va considerato come parte integrante della struttura con applicazione della regola della L/200 (L =:distanza tra i punti d'attacco sul telaio) per la deflessione del telaio di fissaggio. Perciò il telaio di fissaggio del pannello deve rispondere a 2 condizioni:

(1) Massima sollecitazione non oltre i limiti ammissibili
(2) Massima deflessione non superiore a L/200.

Le suddette condizioni si esprimono con le seguenti formule:

(1) Sollecitazione

$Z > W \cdot L^2 / (8 \cdot \text{Sollecitazione}_{0.2})$

dove,
- Z = Modulo di resistenza del telaio di fissaggio (mm^3)
- W = Carico del vento sul telaio di fissaggio (N/mm)
- L = Distanza tra i punti di fissaggio sul telaio (mm)
- $\text{Sollecitazione}_{0.2}$: 0.2% dello snervamento telaio (N/mm^2)

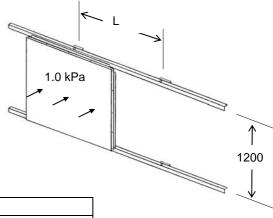
(2) Deflessione

$5 \cdot W \cdot L^4 / 384 \cdot E \cdot I < (L/200)$

dove,
- E= Modulo di elasticità telaio (N/mm^2)
- I= Momento di inerzia del telaio (mm^4)

2. Esempio di calcolo

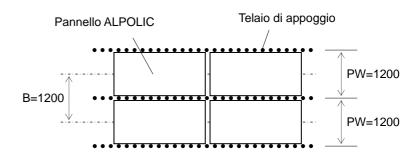
2.1 - ASSUNTO

(1) Carico del vento: 1.0kPa ($1.0kN/m^2 = 98kg/m^2$)
(2) Largh. pannello: 1200mm
(3) Distanza L tra i punti di fissaggio (mm): da calcolare
(4) Telaio: di acciaio o alluminio
Dimensioni: L40×40×3.0mm
Forma: v. figura

	Materiale telaio	
	Acciaio	Alluminio
Dimensioni Momento d'inerzia Modulo di resistenza	L40×40×3.0mm $I = 3.53 \times 10^4\ mm^4$ $Z = 0.121 \times 10^4\ mm^3$	
0.2% snervamento Modulo d'elasticità	$\text{Forza}_{0.2} = 235N/mm^2$ $E = 210kN/mm^2$	$\text{Forza}_{0.2} = 117N/mm^2$ $E = 70kN/mm^2$

2-2. Carico del vento sul telaio

W = w•B

= $1000 N/m^2 \times 10^{-6} mm^2/m^2 \times 1200 mm$

B = Larghezza della superficie di applicazione del carico come da figura qui sotto

2-3. Per telai di acciaio

[Sollecitazione]

$Z > W \cdot L^2 / (8 \cdot Sollecitazione_{0.2})$

$0.121 \times 10^4 > 1.20 \times L^2/(8 \times 235)$

L < 1377 mm

[Deflessione]

$5 \cdot W \cdot L^4 / 384 \cdot E \cdot I < (L/200)$

$5 \times 1.20 \times L^4/ 384 \times 210000 \times 3.53 \times 10^4 < (L/200)$

L < 1333 mm

Pertanto affinché siano verificate le condizioni di sollecitazione e deflessione, L deve essere < 1333 ossia la distanza tra i punti di appoggio sul telaio deve essere inferiore 1333 mm.

2-4. Per telai di alluminio

[Sollecitazione] $Z > W \cdot L^2 / (8 \cdot Sollecitazione_{0.2})$

$0.121 \times 10^4 > 1.20 \times L^2/(8 \times 117)$

L < 971 mm

[Deflessione] $5 \cdot W \cdot L^4 / 384 \cdot E \cdot I < (L/200)$

$5 \times 1.20 \times L^4/ 384 \times 70000 \times 3.53 \times 10^4 < (L/200)$

L < 925 mm

Pertanto affinché siano verificate le condizioni di sollecitazione e deflessione, L deve essere < 925 ossia la distanza tra i punti di appoggio sul telaio deve essere inferiore 925 mm.

2-5. Conclusioni

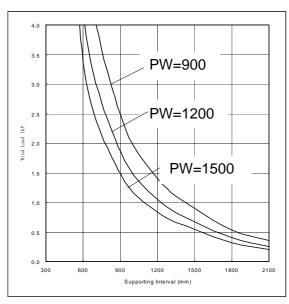
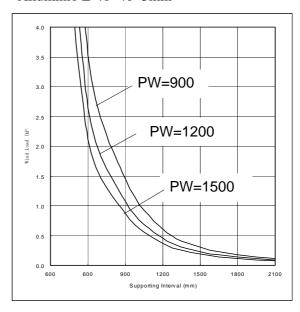
I risultati dei calcoli precedenti sono riassumibili come segue:

Materiale telaio	Distanza tra i punti di appoggio
Acciaio	< 1333 mm
Alluminio	< 925 mm

3. Distanza tra punti d'appoggio generici

La seguente tabella contiene i risultati dei calcoli della distanza tra i punti di appoggio su un telaio L-40×40×3mm di acciaio o alluminio in diverse condizioni di progetto:

Composizione telaio	Acciaio L-40×40×3mm galvanizzato o trattato con vernice antiruggine	Alluminio L-40×40×3mm Lega: 6063 T5
Momento d'inerzia	$I = 3.53 \times 10^4$ mm^4	$I = 3.53 \times 10^4$ mm^4
Modulo di resistenza	$Z = 0.121 \times 10^4$ mm^3	$Z = 0.121 \times 10^4$ mm^3
Sollecitazione ammissibile (incluso fattore di sicurezza 1.25)	Sollecitazione$_P$ = 210N/mm^2	Sollecitazione $_P$ = 118N/mm^2
Modulo d'elasticità	E = 210kN/mm^2	E = 70kN/mm^2

Acciaio L-40×40×3mm

Alluminio L-40×40×3mm

AluFiero s.r.l. Via Prampolini, 4 42025 Cavriago (RE)
tel.: +39 0522 947917 - fax: +39 0522 494184
info@alufiero.it - www.alufiero.it
C.F./P.I.: IT 02947371205 - REA. RE 0279096

Appendice 5

Resistenza del foro di fissaggio

Rivetti, bulloni/dadi e viti autofilettanti sono i metodi più comuni per la realizzazione di giunti tra pannelli ALPOLIC® e profili d'alluminio. Quando una forza di trazione viene applicata al punto di giunzione, si genera una sollecitazione sul foro di fissaggio del pannello ALPOLIC®. Per questo motivo il foro di fissaggio è stato sottoposto a test per determinare il massimo limite di deformazione elastica del foro. I risultati delle prove condotte sono i seguenti:

Metodo di verifica delle giunzioni

Per poter utilizzare la tabella, abbiamo trasformato la sollecitazione in forza di trazione con la seguente formula:

F = Sollecitazione × t × D
Dove:
Sollecitazione = Max deformazione elastica (N/mm^2)
F = Massima forza di trazione (N)
t = spessore del pannello ALPOLIC®
D = diametro foro di fissaggio

Esempio di calcolo:
ASSUNTO: ALPOLIC® 305, D = 4 mm, e = 8 mm,
Risultato: F = Sollecitazione × t × D = 48×3×4 = 576 N per punto di giunzione

Ø foro (mm)	Distanza tra asse fore e bordo pannello (mm)	Max Limite di elasticità (N/mm^2)			Max forza di trazione F (N)		
		3mm	**4mm**	**6mm**	**3mm**	**4mm**	**6mm**
5	5	21	23	18	320	430	530
	10	48	44	38	720	880	1150
	15	55	46	40	820	920	1210
10	9	20	21	17	590	820	1000
	19	38	33	25	1150	1330	1530
	30	39	38	25	1170	1530	1470

Dalla tabella si ricava che se il foro si trova vicino al bordo del pannello, la resistenza del foro di riduce a meno della metà di quella originale. Per poter garantire un grado di resistenza sufficiente, é necessario che la distanza (e) tra l'asse mediano del foro e il bordo del pannello sia almeno il doppio del diametro (D) del foro, cioè: e > 2×D.

Appendice 6

Propagazione del calore sui rivestimenti esterni

1. Meccanismo di propagazione del calore

Il calore si propaga in tre modi diversi: radiazione, convezione e conduzione:

Radiazione: fenomeno di trasmissione di energia termica sviluppata da un corpo e diretta verso un altro fino a raggiungerlo e causare aumento della sua temperatura.

Convezione: fenomeno di trasmissione di calore per spostamento di un fluido (aria o acqua) che scaldandosi comincia a salire a causa della minore densità dei fluidi caldi rispetto a quelli freddi.

Conduzione: fenomeno di trasmissione del calore all'interno di un corpo solido.

2. Conduzione del calore

Tra tutti e tre i meccanismi quello che influisce maggiormente sulla trasmissione del calore nei rivestimenti esterni è la conduzione di calore del materiale del muro.

Quando si crea una differenza di temperatura tra i due lati del muro, il calore passa dalla parte calda alla parte fredda per effetto di un fenomeno di conduzione termica e la velocità con cui avviene questo passaggio viene definite conduttività termica espressa numericamente con la seguente equazione:

Fig. 1: conduzione di calore

$Q = (L/ d) \cdot (t_1 - t_2)$

Dove:

Q= flusso totale di calore per trasmissione ($kcal/m^2h$)

L= conduttività termica (kcal/mh°C)

$t_{1,2}$= temperatura della superficie del muro (°C)

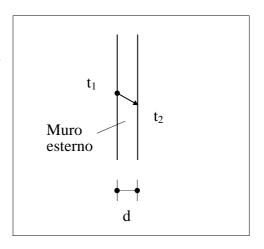
d= spessore del muro (m)

La conduttività termica dei pannelli ALPOLIC/fr é una combinazione della conduttività dell'alluminio e del nucleo centrale ed è un valore relativamente basso se paragonata a quella dell'alluminio massiccio e dell'acciaio. La conduttività termica di vari materiali utilizzati per muri e pareti è riportata in tabella 1.

Tabella 1: conduttività termica di svariati materiali

Materiali	Conduttività termica kcal/mh°C	Materiali	Conduttività termica kcal/mh°C	Materiali	Conduttività termica kcal/mh°C
ALPOLIC/fr 3mm	0.43	Vetro float	0.86	Cartongesso	0.11
ALPOLIC/fr 4mm	0.39	Granito	2.50	Lana di roccia	0.035
ALPOLIC/fr 6mm	0.35	Calcestruzzo	1.40	Lana di vetro	0.035
Lamina d'alluminio	180.0	Malta	1.30	Schiuma poliuretanica	0.035
Lamina di acciaio	39.0	Mattoni	0.24	Polistirolo	0.030

3. Trasmissione termica

   Oltre alla conduzione del calore attraverso il materiale che costituisce il muro, esiste un altro flusso di calore nell'interfaccia tra il muro e l'aria adiacente. Questo flusso interstiziale, causato dalla contemporaneità di fenomeni di radiazione, convezione e conduzione, viene definito trasmissione termica.

   Quando c'è una differenza di temperatura tra i due lati di un muro, il caldo passa dal lato caldo al lato freddo per mezzo di trasmissione (da aria a muro), conduzione (all'interno del muro) e di nuovo trasmissione (da muro ad aria). Questo processo nella sua globalità viene definito "trasmissione termica" e si esprime numericamente con la seguente formula:

Fig. 2: trasmissione di calore

   $Q = K \cdot (t_1 - t_2)$

   $K = 1 / (1/A_o + d/L + 1/A_i)$

   Dove:

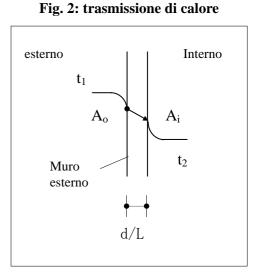
   Q= Flusso totale di calore trasmesso (kcal/m^{2}h)

   K= Coefficiente di trasmissione termica (Val.U: kcal/m^{2}h°C)

   $t_{1,2}$= Temperatura atmosferica attorno al muro (°C)

   $A_{o,i}$ = Coefficienti di trasmissione termica (kcal/m^{2}h°C)

   L= Conduttività termica (kcal/mh°C)

   d= spessore del muro (m)

   Il suddetto valore K, detto anche coefficiente di trasmissione termica, rappresenta il grado di facilità con cui avviene il passaggio di calore attraverso il muro. Tanto più basso è il valore di K, tanto migliori si considerano le proprietà di isolamento termico del sistema murario.

   Questo valore viene anche definito valore U e si esprime in W/(m^2• K) in unità SI come da norma ISO. Tutti i valori si possono tradurre l'uno nell'altro in base alla seguente equazione:

   W/(m^2• K)×0.86 = kcal/m^{2}h°C

Fig.3: Trasmissione del calore del sistema murario

Esterno
Interno
1'
1
2
3
4
5
5'

1: ALPOLIC/fr 4mm
2: Intercapedine 100mm
3: Muro di mattoni 115mm
4: Intercapedine 50mm
5: Pannello di gesso 2mm

4. Trasmissione del calore del sistema murario completo

   Il coefficiente di trasmissione termica di un sistema murario completo (v. fig.3) può essere calcolato sommando tutti i passaggi del flusso di calore a partire dalla superficie esterna del pannello ALPOLIC/fr fino alla superficie interna del muro (v. tabella 2)

Tabella 2: esempio di calcolo del coefficiente di trasmissione termica

No.	Passaggi di flusso di calore	Equazione	Valore kcal/m^{2}h°C
1'	Passaggio di calore da atmosfera esterna all' ALPOLIC/fr	$1/A_o$	0.05
1	Conduzione interna di calore nel pannello ALPOLIC/fr	d_1/L_1	0.004/0.39=0.01
2	Trasmissione di calore interna nell'intercapedine	d_2/L_2	0.10
3	Conduzione di calore interna nel muro di mattoni	d_3/L_3	0.115/0.24=0.48
4	Trasmissione di calore interna nell'intercapedine	d_4/L_4	0.10
5	Conduzione di calore interna nel pannello di cartongesso	d_5/L_5	0.012/0.11=0.11
5'	Trasmissione di calore dal pannello di cartongesso all'atmosfera interna della stanza	$1/A_I$	0.13
	Totale	$1/K=1/A_o+\Sigma d_i/L_i+1/A_i$	1/K=0.98 K=1.02 kcal/m^{2}h°C

In linea generale, il coefficiente di trasmissione termica nel sistema murario completo si può esprimere con la seguente formula:

$1/K = 1/A_o + \Sigma\, d_i/L_i + 1/A_I$

dove:

d_i/L_i = conduzione termica di ognuno degli strati che compongono il muro oppure trasmissione termica dell'intercapedine

3. Coefficiente di trasmissione termica di vari tipi di sistemi murari

Con la formula sopra riportata é possibile calcolare il coefficiente di trasmissione termica di diversi tipi di sistemi murari. Per definire meglio l'effetto isolante dei pannelli ALPOLIC/fr, abbiamo calcolato il coefficiente di trasmissione termica, il valore K o U per alcuni sistemi murari tipici composti con combinazione dei seguenti materiali:

	Composizione del muro
1. Rivestimento esterno	(1) ALPOLIC/fr (2) Pannello di alluminio massiccio (3) Vetro float
2. Isolamento termico	(1) Nessuno (2) Lana di vetro 25mm (3) Lana di vetro 50mm
3. Muro strutturale o materiale antincendio	(1) Muro CA (cemento armato) (2) Muro di mattoni (3) Cartongesso 16+16mm
4. Rivestimento/finitura interna	(1) Nessuno (2) Cartongesso 12mm

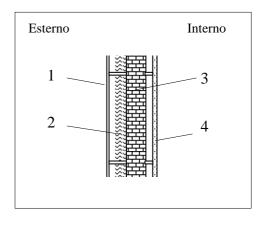



Tabella 3: coefficiente di trasmissione termica del muro esterno (1)

Sistema murario completo (spessore in mm)		Coefficiente di trasmissione termica (U Valore)		Sistema murario completo (spessore in mm)		Coefficiente di trasmissione termica (U Valore)	
		kcal/m^{2}h°C	(W/m^2•K)			kcal/m^{2}h°C	(W/m^2•K)
Solo pannelli ALPOLIC/fr da 3mm		5.4	(6.2)	Vetro float termo-assorbente bronzeo da 6mm		5.0	(5.8)
Solo pannelli ALPOLIC/fr da 4mm		5.3	(6.1)	Vetro float (riflettente) di alta qualità da 6mm		3.9-4.6	(4.6-5.4)
Solo pannelli ALPOLIC/fr da 6mm		5.1	(5.9)	Doppio vetro, 6mm di Vetro riflettente + Intercapedine 12mm +FL6		1.5-2.3	(1.9-2.6)
Lamina di alluminio di 3mm		5.6	(6.5)	Lamina di policarbonato di 3mm chiara		5.2	(6.0)
Lamina di alluminio di 4mm		5.6	(6.5)	ALPOLIC/fr 4 Intercapedine 50 Cartongesso 12		2.5	(2.9)
Vetro float chiaro da 3mm		5.1	(6.0)	Cemento armato 100mm		4.0	(4.6)
Vetro float chiaro da 6mm		5.0	(5.8)	Cemento armato 150mm		3.5	(4.1)
ALPOLIC/fr 4 intercapedine 100 Muro CA 100		2.8	(3.2	Muro di mattoni 115 Intercapedine 50 Cartongesso 12		1.2	(1.3)

CA = cemento armato

Tabella 3: coefficiente di trasmissione termica del muro esterno (2)

Sistema murario completo (spessore in mm)		Coefficiente di trasmissione termica (U Valore)		Sistema murario completo (spessore in mm)		Coefficiente di trasmissione termica (U Valore)	
		kcal/m^2h°C	(W/m^2•K)			kcal/m^2h°C	(W/m^2•K)
Muro CA 100 Intercapedine 50 Cartongesso 12		2.2	(2.5)	ALPOLIC/fr 4 Intercapedine 100 Mattoni 115 Intercapedine 50 Cartongesso 12		1.0	(1.2)
ALPOLIC/fr 4 Intercapedine 100 Muro CA 100 Intercapedine 50 Cartongesso 12		1.8	(2.1)	ALPOLIC/fr 4 Intercapedine 75 Lana di vetro 25 Mattoni 115 Intercapedine 50 Cartongesso 12		0.59	(0.69)
ALPOLIC/fr 4 Intercapedine 75 Lana di vetro 25 Muro CA 100 Cartongesso 12		0.79	(0.92)	ALPOLIC/fr 4 Intercapedine 50 Lana di vetro 50 Mattoni 115 Intercapedine 50 Cartongesso 12		0.42	(0.48)
ALPOLIC/fr 4 Intercapedine 50 Lana di vetro 50 Muro CA 100 Intercapedine 50 Cartongesso 12		0.50	(0.58)	ALPOLIC/fr 4 Intercapedine 100 Cartongesso 16, Intercapedine 50, Cartongesso 16		1.5	(1.7)
Muro di mattoni 115mm		1.5	(1.8)	ALPOLIC/fr 4 Intercapedine 75 Lana di vetro 25, Cartongesso 16, Intercapedine 50, Cartongesso 16		0.72	(0.83)
ALPOLIC/fr 4 Intercapedine 100 Mattoni 115		1.3	(1.5)	ALPOLIC/fr 4 Intercapedine 50 Lana di vetro 50 Cartongesso 16 Intercapedine 50, Cartongesso 16		0.47	(0.55)
ALPOLIC/fr 3mm Intercapedine 100 Cartongesso 16, Intercapedine 50, Cartongesso 16		1.48	(1.72)	Pannello di alluminio 3mm Intercapedine 100 Cartongesso 16 Intercapedine 50 Cartongesso 16		1.49	(1.74)
ALPOLIC/fr 6mm Intercapedine100 Cartongesso 16, Intercapedine 50, Cartongesso 16		1.46	(1.69)	Pannello d'alluminio 4mm Intercapedine 100 Cartongesso 16 Intercapedine 50 Cartongesso 16		1.49	(1.74)

Appendice 7

Caratteristiche generali del sigillante

Il silicone é il sigillante più noto per le sue caratteristiche di durata, resistenza termica e adesione. A seguito riportiamo un confronto comparativo di diversi sigillanti per esterni:

Caratteristiche generali		Sigillanti			
		Silicone	Silicone modificato	Polisolfuri	Poliuretani
Potere riequilibrante		A	A-B	B	B
Degrado	Dovuto all'invecchiamento	VS	S-M	M	M
	Dovuto alla temperatura	VS	S-M	M-L	M
Ritiro dopo la posa		S	S	S	S
Temperatura di servizio (a lungo termine)		-40/120°C	-30/90°C	-20/80°C	-20/70°C
Resistenza agli agenti atmosferici		A	A-B	A-B	B
Resistenza a fatica		A	A-B	B	A-B

Nota 1: A: Eccellente B: buona C: normale
VS: molto poco S: poco M: Medio L: grande

Nota 2: La tabella sopra riportata è un estratto dal prontuario sui sigillanti pubblicato dall'Associazione dei Produttori Giapponesi di Sigillanti

Il silicone come sigillante ha però dei ben noti problemi di macchie, in particolare quando viene utilizzato su muri in pietra naturale dove ci sono molte piccole cavità sulla superficie che rendono il problema delle macchie è ancora più grave.

La seguente tabella è un estratto dalla rivista di architettura "Architectural Technology" Edizione no.No.4, pagina 90-93, pubblicata in Giappone nel 1993 e contente un'analisi approfondita della tendenza dei diversi sigillanti a macchiarsi. Recentemente alcuni produttori di silicone hanno sviluppato e immesso sul mercato un nuovo tipo di silicone meno soggetto a macchie. La seguente tabella é il risultato di uno studio fatto prima della comparsa sul mercato di questo prodotto.

Macchie		Sigillante			
		Silicone	Silicone modificato	Polisolfuri	Poliuretani
Sull'area circostante	A causa di dispersioni del prodotto	C	A	A	A
Sulla superficie del giunto	A causa di adesione di polvere	C	B	A	C
	A causa di crescita di muffe	B	B	B	B
Sbiancamento colore	A causa UV e solfuro	A	A	B	C

(Note) A: nessun effetto, B: effetti leggeri, C: effetti pesanti

Appendice 8

Protezione dei pannelli ALPOLIC/fr da correnti e fulmini

1. Generalità

Quali sarebbero gli effetti sul pannello e sul telaio se un fulmine si abbattesse su un pannello ALPOLIC/fr? In linea generale, i pannelli usati per le facciate costituiscono un unico circuito con il telaio di fissaggio che viene opportunamente collegato a terra. Perciò é evidente che l'elettricità del fulmine verrà in tal caso convogliata a terra e quindi non accadrà nulla né al pannello né al telaio sottostante.

In questa sede, riportiamo le prove eseguite per verificare il comportamento elettrico del pannello ALPOLIC/fr per facciate, in particolare sotto l'effetto dei fulmini.

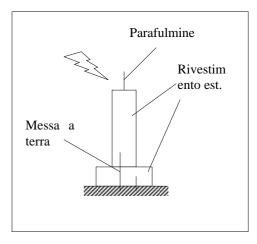



Fig. 1: fulmini sul pannello ALPOLIC/fr

2. Necessità di conduttori elettrici per scaricare l'elettricità dei fulmini

Se un fulmine si abbatte sul pannello ALPOLIC della facciata, l'elettricità percorre il circuito costituito dall'insieme dei pannelli e del telaio sottostante. Se la resistenza elettrica del circuito é sufficientemente bassa, l'elettricità lo attraverserà come un filo conduttore fino a terra. Perciò affinché le scariche elettriche dei fulmini non costituiscano problema e possano essere scaricate a terra, la resistenza della facciata e del telaio di fissaggio deve essere abbastanza bassa. In base alle JIS A 4201 - "Protezione delle strutture dai fulmini", l'edificio dovrebbe essere munito di impianto parafulmine come segue:

(1) Fili e cavi collocati entro 50m dal perimetro dell'edificio
(2) La resistenza elettrica di ogni cavo dovrà essere inferiore a 50 ohm mentre la resistenza globale dovrà essere inferiore a 10 ohm.

3. Resistenza elettrica dei pannelli ALPOLIC e del telaio di fissaggio.

In base alla normativa già citata, si é valutato se la resistenza elettrica dei pannelli ALPOLIC e del telaio può essere sufficientemente bassa. Per la valutazione della resistenza elettrica, abbiamo realizzato una facciata su un modello ottenuto con un parallelepipedo solido di base 25x25m e alto 100m (v. figura 2).

I pannelli ALPOLIC sono stati disposti tutti attorno al telaio, sul modellino e con il metodo illustrato in figura 3. Il telaio di acciaio rivestito è stato fissato alla soletta di cemento con staffe e ancoraggi. I pannelli ALPOLIC sono stati fissati al telaio con viti di acciaio inox.

Dato che sia i due lati del pannello ALPOLIC, sia il telaio di fissaggio sono verniciati, ambedue le superfici possono essere considerate elettricamente isolate.

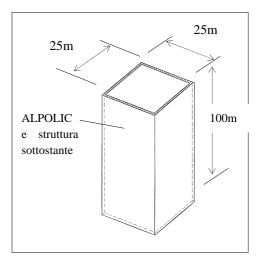



Fig. 2, Modello di calcolo

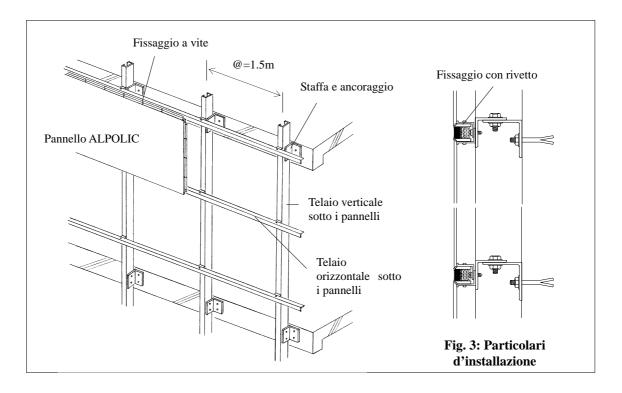
Fig. 3: Particolari d'installazione

In questo caso il collegamento elettrico tra il pannello ALPOLIC e il telaio di montaggio deve avvenire sui punti di giunzione per mezzo di rivetti (alluminio) e viti di acciaio inox. Data questa condizione, trascurando la resistenza da contatto dei punti di giunzione, é possibile calcolare la resistenza elettrica del pannello ALPOLIC e del telaio sottostante dalla cima alla base dell'edificio con la seguente formula:

Tabella 1.: Resistenza elettrica del rivestimento esterno

	ALPOLIC (lamina alluminio lato a vista, 0.5mmt)	Telaio di fissaggio (acciaio 100×50×2mm)	Resistenza combinata di alluminio e acciaio
Resistenza specifica di alluminio e acciaio	4×10^{-8}ohm·m	10×10^{-8} ohm·m	-
Area della sezione di metallo del modello	$0.05m^2$ ($0.5\times10^{-3}\times25m\times4$)	$0.027m^2$ ($0.2\times2\times10^{-3}\times66$pcs.)	-
Resistenza elettrica da cima a fondo	0.8×10^{-4} ohm	3.7×10^{-4} ohm	0.66×10^{-4} ohm

Da questa tabella si ricava che la resistenza calcolata della facciata esterna é molto bassa se confrontata al valore standard di 10 ohm.

4. Verifiche di controllo su cantiere ALPOLIC

A conferma dei suddetti calcoli, é stata condotta una verifica su un cantiere ALPOLIC (superficie totale ALPOLIC = 300m^2, v. fig.4), in occasione della quale è stata misurata la resistenza elettrica effettiva tra due pannelli ALPOLIC in due punti diversi. Inoltre è stata misurata la resistenza tra il pannello ALPOLIC e il collegamento principale di terra nell'edificio. I risultati sono quelli indicati in tabella 2.

Tabella 2: Risultati delle verifiche in sito

Punti di misurazione	Distanza tra due punti	Resistenza tra due punti
Pannello ALPOLIC 1 e pannello ALPOLIC 2	10m	0.2 ohm
	20m	0.3 ohm
	30m	0.2 ohm
Pannello ALPOLIC 1 e collegamento di terra dell'edificio.	10m	0.0 ohm
	20m	0.2 ohm

Fig. 4: progetto ALPOLIC su cui é stata condotta la verifica

5. Differenza tra panelli ALPOLIC e pannelli di alluminio massiccio

Sempre basandoci sul modello utilizzato precedentemente, è possibile calcolare la resistenza di pannelli di alluminio massiccio con i seguenti risultati:

Tabella 3: Resistenza elettrica di pannelli di alluminio massiccio

	Pannello di allumino massiccio (alluminio 3.0mm)	Telaio di fissaggio (acciaio, 100×50×2mm)	Resistenza combinata di alluminio e acciaio
Resistenza specifica di alluminio e acciaio	4×10^{-8} ohm·m	10×10^{-8} ohm·m	-
Area della sezione di metallo del modello	0.3m^2 ($3.0\times10^{-3}\times25m\times4$)	0.027m^2 ($0.2\times2\times10^{-3}\times66$pcs.)	-
Resistenza elettrica da cima a fondo	0.13×10^{-4}ohm	3.7×10^{-4}ohm	0.13×10^{-4}ohm

Dalla tabella 1 e 3 si ricava che la resistenza dei pannelli ALPOLIC per facciate é paragonabile a quella dell'alluminio massiccio:

	ALPOLIC	Pannello di alluminio massiccio 3.0mm
Resistenza combinata di alluminio e acciaio	0.66×10^{-4}ohm	0.13×10^{-4}ohm

Se paragonati allo standard di 10 ohm e alla resistenza di contatto dei punti di giunzione, ambo i dati sono molto bassi con una differenza che parrebbe trascurabile.

Lavorazioni e Montaggio

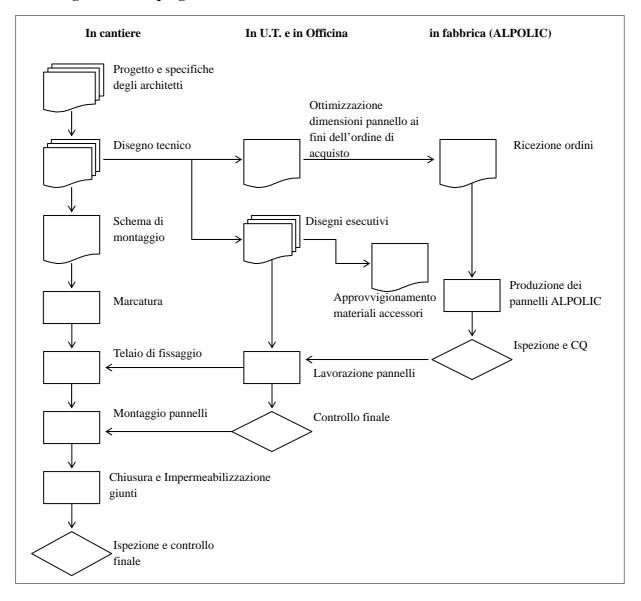
1. Metodologia di lavoro ALPOLIC/fr

Un tipico progetto ALPOLIC/fr si sviluppa su varie fasi a partire dal bando di gara e quindi dalla relativa offerta fino alla realizzazione completa del lavoro che comprende fasi di progetto in ufficio, fasi di investigazione e realizzazione in officina e in cantiere. Ognuna di queste fasi è molto articolata e strettamente collegata alle successive. A seguito si è cercato di schematizzare una procedura tipica di un progetto ALPOLIC/fr.

Nell'arco di tutte queste fasi, i disegni tecnici e i disegni esecutivi sono il fulcro di tutto il progetto ALPOLIC/fr. La fase di ottimizzazione delle dimensioni del pannello serve invece ai fini della corretta redazione dell'ordine di acquisto. In questa sede, entreremo quindi nei particolari di queste tre fasi cruciali: disegno tecnico, disegno esecutivi e ottimizzazione pannello.

Schema globale di un progetto ALPOLIC

In cantiere | **In U.T. e in Officina** | **in fabbrica (ALPOLIC)**

Progetto e specifiche degli architetti
Disegno tecnico
Ottimizzazione dimensioni pannello ai fini dell'ordine di acquisto
Ricezione ordini
Schema di montaggio
Disegni esecutivi
Approvvigionamento materiali accessori
Produzione dei pannelli ALPOLIC
Marcatura
Ispezione e CQ
Lavorazione pannelli
Telaio di fissaggio
Controllo finale
Montaggio pannelli
Chiusura e Impermeabilizzazione giunti
Ispezione e controllo finale

1.1 Disegni di Lavorazione e Montaggio.
Dobbiamo preparare tutti i disegni di lavorazione e montaggio prima dell'installazione. I disegni di lavorazione consistono in prospetti, arrangiamenti e metodi di sottostruttura, dettagli e sezioni.
Prima di iniziare i disegni di lavorazione e montaggio dobbiamo avere l'approvazione dell'architetto e del cliente per il colore del pannello i moduli ed i dettagli del fissaggio. Da parte nostra si consiglia di preparare un campione in miniatura per approvazione . Dopo tutto ciò si procede all'approvazione dell'architetto di tutti i disegni e dettagli.

1.2. Disegni esecutivi di fabbricazione dei pannelli.
Ci sono vari metodi per farlo e dipende dal nostro metodo interno. Ma tutti , in ogni modo , debbono essere efficienti e facili da capire da chiunque sia coinvolto nel progetto e non devono lasciare sorgere ogni benchè minimo dubbio.
I pannelli possono essere fresati e montati a cassetta, per cui richiedono ulteriori materiali sussidiari. Inoltre tale procedimento è utile per il controllo dell'inventario e della quantità di materiale occorrente.

1.3. Ottimizzazione dei pannelli
Dopo l'approvazione dei disegni, passiamo alla preparazione della lista del materiale per invio dell'ordine di ALPOLIC®/fr . Se la lista è fatta utilizzando programmi di ottimizzazione, possiamo ridurre al minimo lo sfrido ed in base alle quantità ed ai tempi ordinare ALPOLIC®/fr nelle quantità più vicine al nostro fabbisogno.

1.4. Esempio di Disegni di Lavorazione, Montaggio ed Ottimizzazione e Lista Ordine Materiale.
Appendice 1 è un esempio (estrattto) di tutto ciò, di un progetto in Singapore. Attraverso una combinazione di questi documenti possiamo vedere il risultato finale.

2. Lavorazioni

I pannelli ALPOLIC®/fr possono essere lavorati fino ad assumere qualsiasi forma con le stesse macchine utilizzate per la lavorazione del legno e della lamiera:

(1) Taglio mediante sega circolare

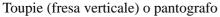
Qualsiasi sega circolare e/o sezionatrice per pannelli di legno é in grado di operare tagli sui pannelli ALPOLIC®/fr senza difficoltà. Si raccomanda unicamente l'uso di lame con denti al carbonio tipo quelle usate per il taglio di alluminio e plastica.

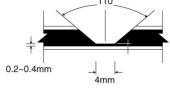
(2) Taglio mediante cesoia

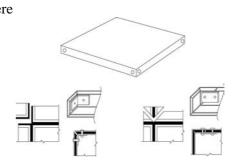
Una cesoia angolare é solitamente l'utensile più idoneo per tagliare pannelli in grandi quantità per produzioni importanti. In questo caso è da notare che il bordo tagliato del pannello risulterà leggermente compresso su un lato. Si raccomanda di rispettare le seguenti indicazioni:

Spessore pannello	Interspazio lame	Angolo di taglio
3mm	0.04mm	1°
4mm	0.04mm	1°30'
6mm	0.2mm	2°30'

(3) Lamatura a V

Nella realizzazione di intagli a U occorre fare in modo che restino sempre da 0.2 a 0.4mm di materiale del nucleo. Idealmente si consiglia di utilizzare una dentatura di 110° per intagli a 90°. Per produzioni di massa si consiglia l'uso di sezionatrici o pantografi a controllo numerico.

Toupie (fresa verticale) o pantografo
Usare una punta modificata come in figura:
[Esempio di punta per fresa/toupie]
Numero di denti: 2-4
Numero di giri: 20.000-30.000
Velocità di avanzamento: 8-12 m/min.
Materiale: Carburo massiccio o solo denti al carburo

Bisellatura/Rifilatura:
Nel caso di progetti importanti con produzioni elevate si consiglia l'uso di una sega circolare o sezionatrice con rifilatore.
[Esempio di rifilatore]
Materiale: denti di carburo
Diametro est. punta 220mm
Numero di denti 18
Numero di giri da 3.000 a 5,000 giri/min.
Velocità di avanzamento 10-15m/min.

(4) Piegatura

Una volta intagliato (lamatura a V o U), il pannello può essere sagomato in dima oppure piegato con presso-piega o piegatrice a rulli. Affinché i lati piegati risultino perfettamente diritti, assicuratevi che il piano di appoggio del pannello sia perfettamente piano. Per evitare la rottura dello strato di finitura, si consiglia di non piegare mai il pannello a temperature ambienti inferiori a 10/12°C.

(5) Piegatura in dima

Posizionare l'utensile (dima) a 25-50mm dal bordo della lamina e sollevatelo fino a formare dei bordi come di un vassoio. Una volta uniti i 4 bordi squadrati a 90° sugli spigoli, sigillate le giunzioni per evitare trafilamento di acqua e liquidi.

(6) Piegatura con presso-piega

Per piegare un pannello ALPOLIC®/fr con macchina presso-piega, utilizzare punzoni con il raggio di curvatura desiderato ricordando che il minimo raggio interno di piegatura é:

Spessore	Raggio minimo di curvatura (mm)	
	Trasversale	Parallelo
ALPOLIC®/fr 4mm	80	100
ALPOLIC®/fr 6mm	100	140

Nota: La suddetta tabella non si applica ai pannelli ALPOLIC® con nucleo di polietilene per i quali vale un raggio min. di curvatura inferiore (v. depliant ALPOLIC®).

(7) Piegatura con piegatrice a rulli (calandre)

Per ottenere raggi di piegatura superiori, utilizzare una calandra a 3 rulli. Incidere e intagliare il lato di curvatura, come mostrato in figura:

OMESSA

(8) Rivettatura e bullonatura

Per fissare le giunzioni si consiglia l'uso di rivetti ciechi di alluminio. Effettuate il lavoro sempre nella stessa direzione e usando dadi/bulloni di acciaio inox. Nel caso di pannelli attaccati con foro di giunzione, accertatevi che la distanza minima (e) tra l'asse del foro e il bordo del pannello deve essere superiore al doppio del diametro del foro (D) affinché si verifichi la condizione (e › 2D) di sufficiente carico di rottura. (v. Guida per il progettista 1-3 Resistenza del punto di giunzione.)

(9) Saldatura

Il nucleo dei pannelli ALPOLIC®/fr si può saldare con pinza pneumatica e filo di polietilene a bassa densità oppure filo ottenuto da un pezzo di scarto di un pannello ALPOLIC®/fr. Il cordone va adeguatamente rinforzato dopo la saldatura. (v. particolari all'**Appendice 5)**

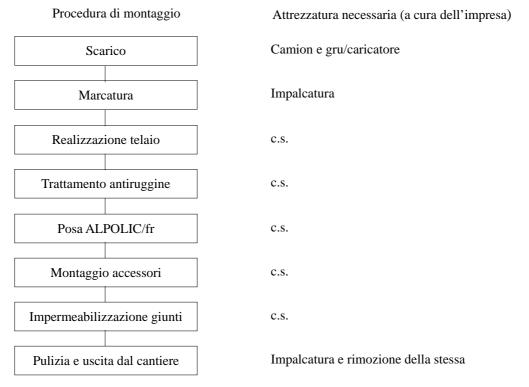
Le attrezzature necessarie alla lavorazione dei pannelli ALPOLIC®/fr sono elencate all' **Appendice 2**.
Le procedure tipiche per la produzione di forme a vassoio sono elencate all'**Appendice 3**. A volte capita di dover realizzare forme molto complesse con spigoli tridimensionali. In questo caso occorre fare riferimento alle istruzioni contenute in **Appendice 4.**

3. Montaggio

(1) Generalità

Il montaggio dei pannelli va fatto in conformità ai disegni e alle specifiche del progettista. Qualora i disegni non contengano sufficienti spiegazioni e specifiche o nell'eventualità di modifiche successive, occorrerà richiedere sempre l'approvazione esplicita di un perito/responsabile.

(2) Procedure

Un tipo caso di montaggio dei pannelli ALPOLIC/fr consiste nella seguente procedura:

(3) Descrizione delle singole fasi

a. Scarico pannelli

All'arrivo in cantiere, i pannelli ALPOLIC®/fr vanno scaricati sul tetto o su ognuno dei singoli piani dell'edificio o altro luogo adeguato sul cantiere. Lavorando piano per piano, si collocherà su ogni piano solo l'esatto numero di pannelli previsti a quel piano dell'edificio. Legate assieme tutti i pannelli con una corda e poi copriteli con un telo di protezione.

b. Marcatura

Verificate assieme al capo-cantiere che su ogni pannello sia marcata una tacca di riferimento in base alla quale individuare le quote di montaggio in base ai disegni tecnici definitivi.

c. Realizzazione del telaio

Per poter realizzare il montaggio dei pannelli, occorre saldare una staffa di montaggio (per esempio un pezzo a L 50×50×4t e angolare L=70mm sul tassello nel foro. Saldare sulla staffa un angolare da 40×40×3t. Tutti gli angolari dovranno essere trattati con strato di vernice antiruggine in base alle norme di riferimento del progetto. Durante la saldatura fate attenzione a non far cadere scintille sulla pellicola protettiva o sul compensato in modo da evitare pericolo di incendio/bruciatura. Per la fabbricazione del telaio di montaggio, usate un filo a piombo, un livello o una bilancia ad acqua per controllarne sempre la linearità. t = spessore .

d. Trattamento antiruggine

Applicate su tutti i cordoni di saldatura (incluso fianco e retro) uno strato di vernice antiruggine come da specifiche di progetto.

e. Montaggio pannelli ALPOLIC®/fr

Segnate la quota di montaggio in base ai disegni tecnici, individuate il lato destre, sinistro, alto e basso del pannello e collocatelo sul telaio utilizzando inserti (viti) filettati diam. 4mm. Di solito si consiglia di rispettare un intervallo tra i punti di fissaggio variabile tra 300 e 400mm a seconda dei calcoli di resistenza. Una volta completato il fissaggio, togliete la pellicola protettiva del pannello e gettatela via.

f. Montaggio accessori

Predisponete gli accessori indicati sui disegni tecnici e collocateli su ogni piano dell'impalcatura nella giusta quantità per quel piano affinché non cadano e avendo cura di disporre i pezzi più grossi in diagonale.

Segnate le quota di montaggio sul telaio in corrispondenza della posizione degli infissi delle finestre. Per gli estrusi d'alluminio non é necessario rispettare le linee di giunzione. Fissate gli accessori con inserti (viti) filettati diam. 4mm a intervalli di 300mm una dall'altra. Completato il fissaggio, controllate livello (a piombo) e accuratezza del lavoro. Infine rimuovete la pellicola protettiva che potrete – a questo punto – gettare via.

g. Pulizia e uscita dal cantiere

Ripulite e riordinate l'area di lavoro alla fine di ogni giornata ed in particolare alla fine di ogni sezione del progetto. Una volta completato il lavoro in una zona, trasferite tutte le attrezzature e materiali alla successiva per non intralciare i lavori successivi. Raccogliete e smaltite tutti i resti e i residui di lavorazione ogni giorno, liberando il cantiere immediatamente da eventuali ostacoli.

Per le impermeabilizzazioni vedi **Appendice 5**.

4. Avvertenze per la lavorazione e il montaggio

(1) Resistenza della pellicola protettiva alle intemperie
La pellicola protettiva dei pannelli ALPOLIC®/fr si compone di un doppio strato di polietilene (uno strato bianco e uno nero). NON TOGLIETE LA PELLICOLA PROTETTIVA fino a quando non avrete completato tutte le lavorazioni e il montaggio in modo da evitare di graffiare e sporcare la superficie del pannello prima ancora di aver finito la facciata. A condizioni climatiche temperate, la pellicola protettiva é in grado di resistere per 6 mesi senza perdere nessuna delle sue proprietà iniziali di distacco e senza causare macchie o altri danni. Appena completata la posa, RICORDATE PERÒ DI RIMUOVERE IMMEDIATAMENTE LA PELLICOLA DI POLIETILENE.

(2) Tonalità e posizionamento pannelli
I pannelli metallizzati, quelli smaltati e la serie "Pietre" devono essere montati rispettando il senso indicato dalla freccia sulla pellicola protettiva. In caso diverso, si potrebbero verificare leggere differenze di tonalità sulla superficie globale. Per i pannelli tinta unita, questo effetto è invece di entità quasi trascurabile.

(3) Effetto plastificanti
Evitate nel modo più assoluto di attaccare o incollare sulla pellicola protettiva nastri di PVC, sigillanti di poliuretano o di silicone modificato. I plastificanti contenuti in questi materiali potrebbero attraversare il doppio strato di polietilene a causare variazioni del grado di lucentezza della finitura del pannello.

Appendice 1

Esempi di disegni tecnici, disegni esecutivi ed ottimizzazione dimensioni (estratto)

1. Presentazione di un progetto tipico

Committente	Mitsubishi Chemical Infornics
Ubicazione	Singapore
Carico del vento	1.2 kPa
Spessore pannelli	4mm
Dimensione pannelli	1200x2350mm
Tipo di fissaggio	Su due lati
Colore	Beige metallizzato 30%G
Quantità	2,100 m^2
Giunzione	Giunti a tenuta

Pannelli ALPOLIC piegati a vassoio e montati con flangia di alluminio. Pannellatura finale consistente di elementi piani, elementi angolari e una piccolo parte di elementi sagomati (conici o ad arco). Uso di rinforzo solo su una parte dei pannelli.

Telaio di fissaggio trattato con mano antiruggine e fissato alla struttura con tasselli di ancoraggio. Fissaggio dei pannelli ALPOLIC al telaio con viti autofilettanti di acciaio inox. Giunti trattati a tenuta con sigillante. Larghezza giunti 18mm.

2. Disegni di massima

(1) Elevazione
(2) Particolari della fascia (serie di pannelli superiore di una facciata a vetro continua)
(3) Particolari tipici
(4) Terminale superiore (Modanatura che serve a coronare un elemento architettonico)
(5) Finestra
(6) Finestra
(7) Fascia (serie di pannelli superiore di una facciata a specchio)
(8) Facciata continua di vetro
(9) Facciata continua di vetro

3. Esecutivi di produzione

(1) Particolare di un pannello comune
(2) Pannello ND3 (Pannello liscio)
(3) Pannello ND7 (Pannello angolato ossia piegato ad angolo retto)
(4) Pannello NC5 (Pannello angolato con intaglio)
(5) Pannello NB5B (Pannello angolato con intaglio)
(6) Pannello NB5A (pannello piegato)
(7) Elenco quote ottimizzate del pannello

4. Ottimizzazione quote del pannello

Disegno di massima No. 1: Elevazione

Deve indicare la configurazione, le misure e il tipo di pannello

AluFiero s.r.l. Via Prampolini, 4 42025 Cavriago (RE)
tel.: +39 0522 947917 - fax: +39 0522 494184
info@alufiero.it - www.alufiero.it
C.F./P.I.: IT 02947371205 - REA. RE 0279096

Disegno di massima No. 2: Particolare – Fascia (serie di pannelli superiore di una facciata di vetro)

Disegno di massima No. 3: Particolari tipici di tutti i pannelli

Disegno di massima No. 4: Terminale superiore

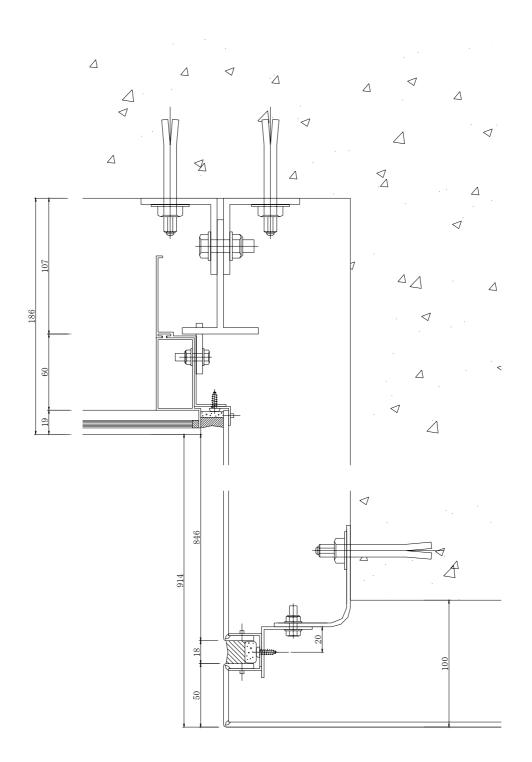
Disegno di massima No. 5: Finestra

Disegno di massima No. 6: Finestra

Disegno di massima No. 7: Fascia (serie di pannelli superiore di una facciata a vetri)

Disegno di massima No. 8: Facciata continua di vetro

100
20
50 18 828 18
914
19 60 72 35
186

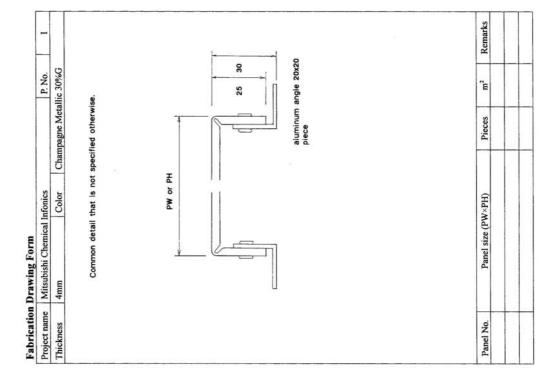
Disegno di massima No. 9: Facciata continua di vetro

Esecutivo No. 1: Particolari tipici di tutti i pannelli, salvo indicazioni diverse del progettista.

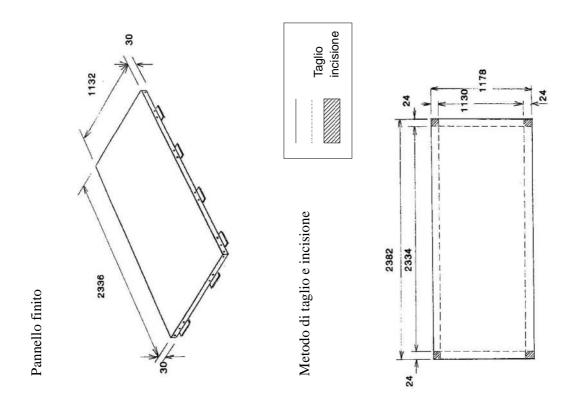
Fabrication Drawing Form

Project name	Mitsubishi Chemical Infonics			P. No.	1
Thickness	4mm	Color	Champagne Metallic 30%G		

Panel No.	Panel size (PW×PH)	Pieces	m^2	Remarks

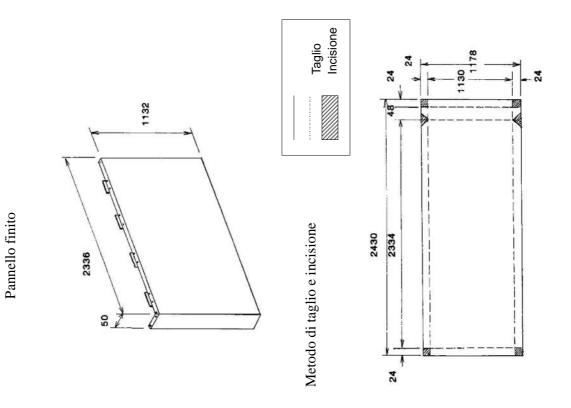
Questa é la forma più tipica del pannello tra quelle utilizzate in Giappone per il rivestimento di muri esterni e facciate. Si tratta della forma più facilmente traducibile su carta in forma di disegno tecnico e comunque sempre facilmente interpretabile da chiunque sul cantiere in quanto è praticamente quella del pannello completo. Perciò si può utilizzare questo tipo di disegno come base standard con tutte le informazioni utili per svariati lavori, incluso le lavorazioni pratiche del pannello in cantiere, il controllo di inventario e la gestione costi in azienda.

Questa pagina contiene il primo foglio degli esecutivi per la produzione e illustra un pannello tipico tra tutti quelli applicati in questo progetto per l’esecuzione del rivestimento ed utilizzato sempre per intero, salvo disposizioni diverse per pannelli particolari.

Lavorazioni e Montaggio

Esecutivo No. 2: Pannello ND3 (Pannello liscio)

Fabrication Drawing Form

Project name	Mitsubishi Chemical Infonics	P. No.	2
Thickness	4mm	Color	Champagne Metallic 30%G

PW
PH
coating direction
Reference elevation
1150
1200
9
ND3
NM3
2354
9 9 9 9 9

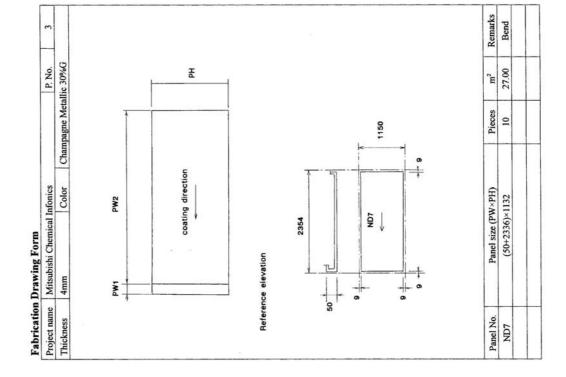
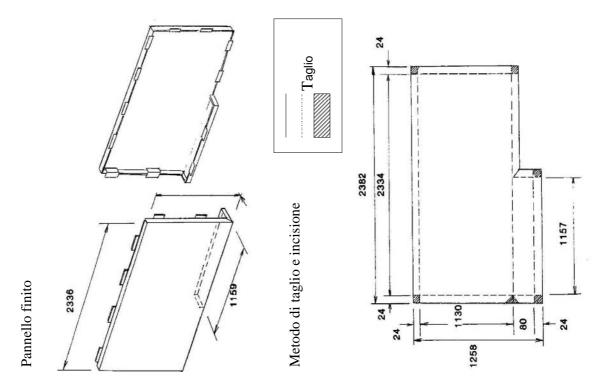
Panel No.	Panel size (PW×PH)	Pieces	m^2	Remarks
ND3	2336×1132	82	216.48	Flat

Esecutivo No.3: Pannello ND7 (Pannello angolato)

Fabrication Drawing Form

Project name	Mitsubishi Chemical Infonics		P. No.	3
Thickness	4mm	Color	Champagne Metallic 30%G	

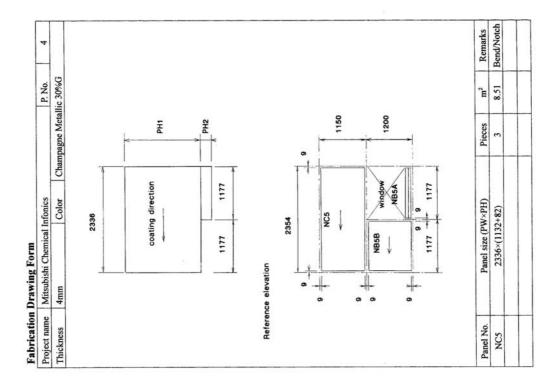
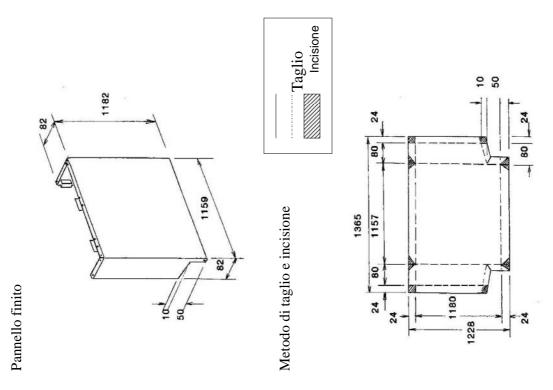
Panel No.	Panel size (PW×PH)	Pieces	m²	Remarks
ND7	(50+2336)×1132	10	27.00	Bend

Pannello finito

Metodo di taglio e incisione

AluFiero s.r.l. Via Prampolini, 4 42025 Cavriago (RE)
tel.: +39 0522 947917 - fax: +39 0522 494184
info@alufiero.it - www.alufiero.it
C.F./P.I.: IT 02947371205 - REA. RE 0279096

Esecutivo No. 4: Pannello NC5 (Pannello angolato con intaglio)

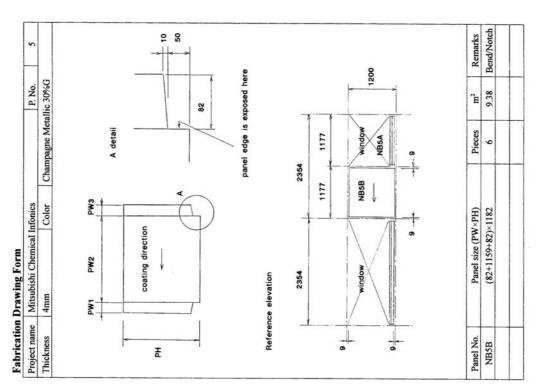
Fabrication Drawing Form

Project name	Mitsubishi Chemical Infonics		P. No.	4
Thickness	4mm	Color	Champagne Metallic 30%G	

Panel No.	Panel size (PW×PH)	Pieces	m²	Remarks
NC5	2336×(1132+82)	3	8.51	Bend/Notch

AluFiero s.r.l. Via Prampolini, 4 42025 Cavriago (RE)
tel.: +39 0522 947917 - fax: +39 0522 494184
info@alufiero.it - www.alufiero.it
C.F./P.I.: IT 02947371205 - REA. RE 0279096

Esecutivo No. 5: Pannello NB5B Pannello angolato con intaglio)

Fabrication Drawing Form

Project name	Mitsubishi Chemical Infonics		P. No.	5
Thickness	4mm	Color	Champagne Metallic 30%G	

Panel No.	Panel size (PW×PH)	Pieces	m²	Remarks
NB5B	(82+1159+82)×1182	6	9.38	Bend/Notch

Esecutivo No. 6: Pannello NB5A (pannello piegato)

Fabrication Drawing Form

Project name	Mitsubishi Chemical Infonics		P. No.	6
Thickness	4mm	Color	Champagne Metallic 30%G	

PW

PH1

PH2

Section

82

83

10

50

≒7°

Reference elevation

2354 2354

1177 1177

window NB5B window NB5A

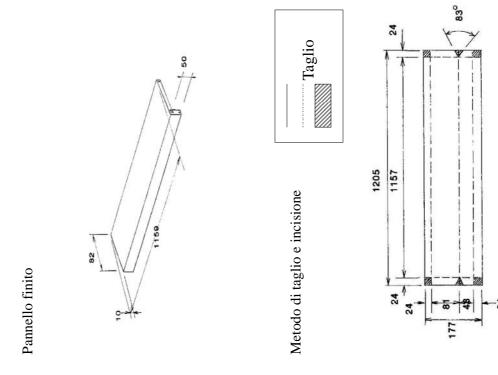
1150

10 50 9

9 9

Panel No.	Panel size (PW×PH)	Pieces	m^2	Remarks
NB5A	1159×(83+50)	12	1.80	Bend

Pannello finito

Metodo di taglio e incisione

Ottimizzazione misure del pannello

Progetto: Mitsubishi Chemical Infonics

Materiale: Pannelli da 4mm, colore Champagne Metallizzato 30%G

		Pannello finito					Misure originale		pannello		
No .P.	Tipo	L	x	H	pezzi	m2	L	x	H	Pezzi	m2
ND3	F	2,336		1,132	82	216.48	2,460		1,270	82	255.84
NM3	F	2,336		1,182	24	66.24	2,460		1,270	24	74.88
NN8	F	1,982		1,132	11	24.64	2,060		1,270	11	28.82
NO2	F	2,336		662	16	24.80	2,460		1,270	16	49.92
NO8	F	1,982		662	11	14.41	2,460		1,270	11	34.32
ND7	B	2,386		1,132	10	27.00	2,460		1,270	10	31.20
NB3	B	2,336		133	21	6.51	2,460		1,270	0	0.00
NB5A	B	1,159		133	12	1.80	2,460		1,270	0	0.00
NC28A	B	1,304		133	6	1.02	2,460		1,270	0	0.00
NB26A	B	982		133	6	0.78	2,460		1,270	0	0.00
NE2A	B	1,182		133	1	0.16	2,460		1,270	0	0.00
NB5B	B/N	1,323		1,182	6	9.36	1,660		1,270	6	12.66
NB26B	B/N	1,500		1,182	3	5.31	1,660		1,270	3	6.33
NB7B	B/N	1,291		1,182	3	4.59	1,660		1,270	3	6.33
NB21B	B/N	1,291		1,182	3	4.59	1,660		1,270	3	6.33
NB27B	B/N	1,418		1,182	3	5.04	1,660		1,270	3	6.33
NC3	B	2,336		1,214	18	51.12	2,460		1,270	18	56.16
NC5	B/N	2,336		1,214	3	8.52	2,460		1,270	3	9.36
NC23	B/N	2,336		1,214	3	8.52	2,460		1,270	3	9.36
NC7	B/N	2,386		1,214	3	8.70	2,460		1,270	3	9.36
NC21	B/N	2,386		1,214	3	8.70	2,460		1,270	3	9.36
NC26	B/N	2,336		1,214	3	8.52	2,460		1,270	3	9.36
NC27	B/N	2,336		1,214	3	8.52	2,460		1,270	3	9.36
NG2	B	1,219		1,132	5	6.90	1,660		1,270	5	10.55
NF2	B/N	1,301		1,182	2	3.08	1,660		1,270	2	4.22
NE2B	B/N	1,219		1,132	1	1.38	1,660		1,270	1	2.11
NM2	B/N	2,336		1,264	1	2.95	2,460		1,270	1	3.12
NC28B	B/N	2,336		1,132	3	7.92	2,460		1,270	3	9.36
NC30B	B/N	2,336		1,132	3	7.92	2,460		1,270	3	9.36
NC29B	B	2,336		614	3	4.29	2,460		1,270	3	9.36
NM8	B	1,982		1,232	11	26.84	2,060		1,270	11	28.82
EC2	F	2,336		1,132	45	118.80	2,460		1,270	45	140.40
EB2	F	2,336		1,182	20	55.20	2,460		1,270	20	62.40
EO2	F	2,336		662	9	13.95	2,460		1,270	9	28.08
EC1	F	1,286		1,132	7	10.22	1,660		1,270	7	14.77
EB2	F	1,286		1,182	3	4.56	1,660		1,270	3	6.33
EO1	F	1,286		662	1	0.85	1,660		1,270	1	2.11
EB4A	B	982		133	7	0.91	2,460		1,270	0	0.00
EB4B	B/N	741		1,182	3	2.64	2,460		1,270	1	3.12
EB4C	B/N	741		1,182	3	2.64	2,460		1,270	1	3.12
EG4B	B/N	741		1,132	1	0.84	2,460		1,270	1	3.12
EG4C	B/N	741		1,132	2	1.68	2,460		1,270	0	0.00
EC4	B/N	2,336		1,214	6	17.04	2,460		1,270	6	18.72
EC5A	B	1,157		133	3	0.45	2,460		1,270	0	0.00
EC5B	B/N	2,336		1,132	2	5.28	2,460		1,270	2	6.24
ED5	B/N	2,336		1,214	2	5.68	2,460		1,270	2	6.24
EG6B	B/N	741		1,132	1	0.84	2,460		1,270	1	3.12
EK5B	B/N	2,336		1,132	1	2.64	2,460		1,270	1	3.12
EK6	B/N	2,418		1,214	1	2.94	2,460		1,270	1	3.12
EJ7A	B	1,127		133	2	0.30	2,460		1,270	0	0.00
EJ8	B	2,336		133	2	0.62	2,460		1,270	0	0.00
EJ7B	B/N	1,273		1,182	1	1.50	1,660		1,270	1	2.11
EJ10B	B/N	1,273		1,182	1	1.50	1,660		1,270	1	2.11
EK7	B/N	2,336		1,214	1	2.84	2,460		1,270	1	3.12
EK10	B/N	2,336		1,214	1	2.84	2,460		1,270	1	3.12
EK8	B/N	2,336		1,214	2	5.68	2,460		1,270	2	6.24
EJ6	B	741		1,182	4	3.52	2,460		1,270	1	3.12
EI6	B/N	2,336		1,132	2	5.28	2,460		1,270	2	6.24
WD1	F	2,336		1,132	47	124.08	2,460		1,270	47	146.64
WB1	F	2,336		1,182	24	66.24	2,460		1,270	24	74.88
WO1	F	2,336		662	9	13.95	2,460		1,270	9	28.08
WC1A	B	982		133	9	1.17	2,460		1,270	0	0.00
WC3A	B	1,482		133	8	1.60	2,460		1,270	0	0.00
WC1B	B/N	2,336		1,132	3	7.92	2,460		1,270	3	9.36

WC2B	B/N	2,418	1,132	3	8.22	2,460	1,270	3	9.36
WC3B	B/N	2,418	1,132	3	8.22	2,460	1,270	3	9.36
WC4B	B/N	2,336	1,132	3	7.92	2,460	1,270	3	9.36
WE5	B/N	2,336	1,132	3	7.92	2,460	1,270	3	9.36
WF5	B	741	1,182	6	5.28	2,460	1,270	2	6.24
WG5	B/N	2,336	1,132	3	7.92	2,460	1,270	3	9.36
WJ6A	B	1,127	133	2	0.30	2,460	1,270	0	0.00
WJ7	B	2,336	133	2	0.62	2,460	1,270	0	0.00
WJ6B	B/N	1,273	1,182	1	1.50	1,660	1,270	1	2.11
WJ9B	B/N	1,273	1,182	1	1.50	1,660	1,270	1	2.11
WK8	B	2,336	1,214	1	2.84	2,460	1,270	1	3.12
WK9	B/N	2,336	1,214	1	2.84	2,460	1,270	1	3.12
WK6	B/N	2,336	1,214	1	2.84	2,460	1,270	1	3.12
WK7	B/N	2,418	1,214	1	2.94	2,460	1,270	1	3.12
WG7	B/N	2,418	1,132	1	2.74	2,460	1,270	1	3.12
WG6	B/N	2,336	1,132	1	2.64	2,460	1,270	1	3.12
				549	1,129.05			455	1,367.19
						1,660	1,270	41	86.51
						2,060	1,270	22	57.64
						2,460	1,270	392	1,223.04
									1,367.19

(Nota 1)Questo elenco contiene circa la metà del numero totale di pannelli impiegati

(Legenda) P=pannello. Il tipo di pannello é indicato con le seguenti sigle:

F: liscio, B: piegato, B/N: angolato con intaglio

Appendice 2

Attrezzatura standard per la lavorazione dei pannelli ALPOLIC/fr

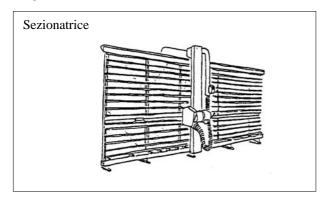
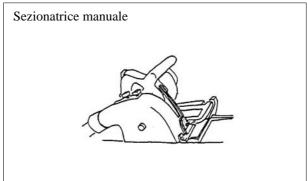
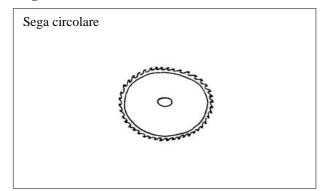
Taglio e scanalatura

Sezionatrice

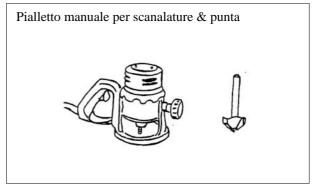
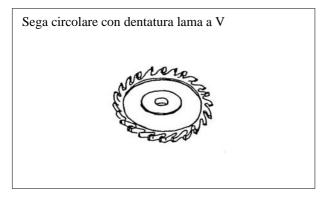
Scanalatura

Sezionatrice manuale

Taglio

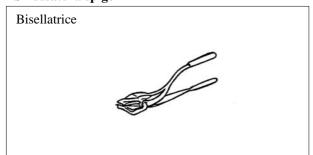
Sega circolare

Incisione per taglio di precisione

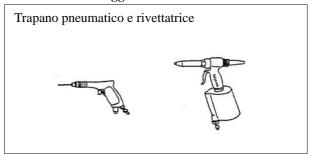
Pialletto manuale per scanalature & punta

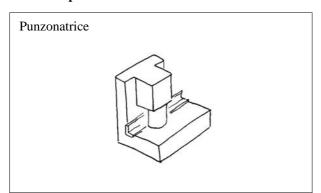
Scanalatura a V

Sega circolare con dentatura lama a V

Scanalatura, taglio e intaglio

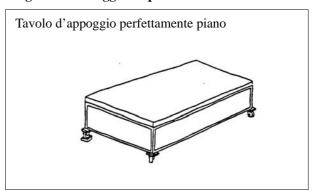
Pantografo o centro di lavoro CNC

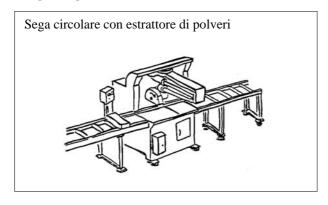
Smussatura spigoli

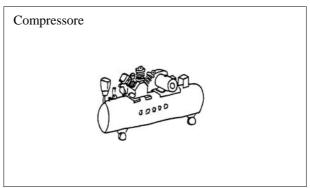
Bisellatrice

Foratura & Fissaggio

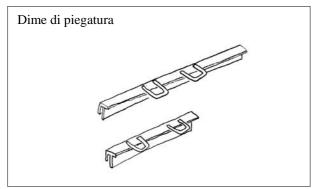
Trapano pneumatico e rivettatrice

Foratura passante

Punzonatrice

Piegatura montaggio e ispezione

Tavolo d’appoggio perfettamente piano

Taglio degli estrusi d’alluminio

Sega circolare con estrattore di polveri

Alimentazione attrezzi pneumatici

Compressore

Piegatura sulla linea di intaglio

Dime di piegatura

AluFiero s.r.l. Via Prampolini, 4 42025 Cavriago (RE)
tel.: +39 0522 947917 - fax: +39 0522 494184
info@alufiero.it - www.alufiero.it
C.F./P.I.: IT 02947371205 - REA. RE 0279096

Appendice 3

Tipica procedura di produzione pannelli

1. Controllo degli esecutivi

Controllate nei minimi dettagli la correttezza di ogni disegno esecutivo.

2. Controllo pannelli ALPOLIC

Controllate dimensioni, colore e quantità dei pannelli ALPOLIC rispetto alle specifiche di disegno.

3. Marcatura

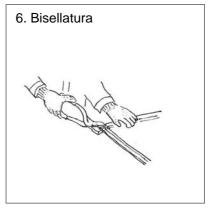
Marcate le linee di taglio e scanalatura sui pannelli attenendovi alle specifiche.

4. Taglio

Tagliate il panello in base ai disegni utilizzando una sega circolare.

5. Scanalatura

Fate una prova per verificare lo spessore residuo da non asportare e il raggio di curvatura.

6. Bisellatura

Rimuovete gli spigoli dei pannelli con una scantonatrice, una bisellatrice o una punzonatrice.

7. Fori passanti

Eseguite i fori passanti per il montaggio del panello con un punzone o una pressa.

8. Taglio estrusi di alluminio

Se presenti, tagliate gli estrusi di alluminio come da particolari sul disegno..

9. Piegatura

Piegate sulla linea di scanalatura con una maschera di piegatura con un angolo da riverificare dopo il primo pezzo.

AluFiero s.r.l. Via Prampolini, 4 42025 Cavriago (RE)
tel.: +39 0522 947917 - fax: +39 0522 494184
info@alufiero.it - www.alufiero.it
C.F./P.I.: IT 02947371205 - REA. RE 0279096

10. Rimozione pellicola protettiva

Distaccate la pellicola protettiva e tagliate con un normale cutter.

11. Fissaggio squadrette negli angoli del pannello

Fissate le squadrette negli angoli con dei rivetti.

12. Fissaggio flangia d'alluminio.

Fissate la flangia d'alluminio con dei rivetti e completate così un pannello a vassoio.

13. Se necessario, impermeabilizzare gli spigoli con del sigillante

Se necessario, applicare sigillante di tipo idoneo su tutti gli spigoli e sul retro del panello per impermeabilizzarlo.

14. Controllo finale

Controllate il pannello così finito.

AluFiero s.r.l. Via Prampolini, 4 42025 Cavriago (RE)
tel.: +39 0522 947917 - fax: +39 0522 494184
info@alufiero.it - www.alufiero.it
C.F./P.I.: IT 02947371205 - REA. RE 0279096

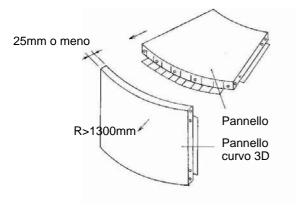
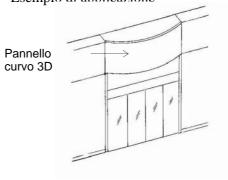
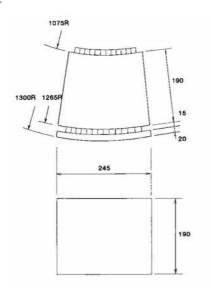
Appendice 4

Esempi di alcuni pannelli più complessi

Esempio 1: Pannello piegato tridimensionale
Esempio 2: Pannello d'angolo per cornici
Esempio 3: Pannello d'angolo per cimase
Esempio 4: Pannello d'angolo per scolo d'acqua
Esempio 5: Pannello d'angolo di finestra incassata
Esempio 6: Pannello d'angolo di sporgenze curve

Nota: Le dimensioni dei pannelli finiti che andiamo a descrivere nelle pagine seguenti, sono relative a campioni in miniatura in scala ridotta a 1/2 o 1/5. ATTENZIONE: amplificare le quote fino a rispondere alle vostre esigenze.

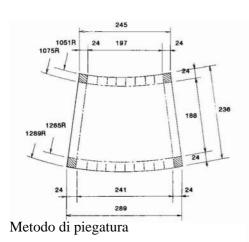
Esempio 1: Pannello curvo 3D

Vista frontale

Esempio di applicazione

Elevazione

Sezione

190 15 190 1300R 190

Metodo di taglio e scanalatura
Pannello curvo tridimensionale
di pannello piatto

293
24 245 24
24
18
188 254
24

Metodo di piegatura

Piegare pannello ALPOLIC e pannello di tamponamento assieme

AluFiero s.r.l. Via Prampolini, 4 42025 Cavriago (RE)
tel.: +39 0522 947917 - fax: +39 0522 494184
info@alufiero.it - www.alufiero.it
C.F./P.I.: IT 02947371205 - REA. RE 0279096

Esempio 2: Pannello d'angolo di cornice

Pannello finito

Elevazioni

Flangia larga d'alluminio

Flangia piccola d'alluminio

Sezione A-A'

Sezione B-B'

Sez

Angolare d'alluminio 20x20

Angolare d'alluminio20x20

Sezione D-D'

Lamina continua d'alluminio

Grondaia, lamina continua d'alluminio dietro linea di giunzione superiore incollata con nastro VHB

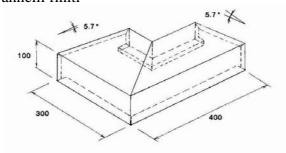
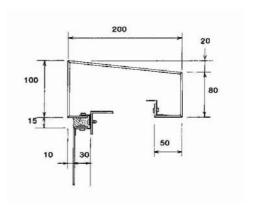
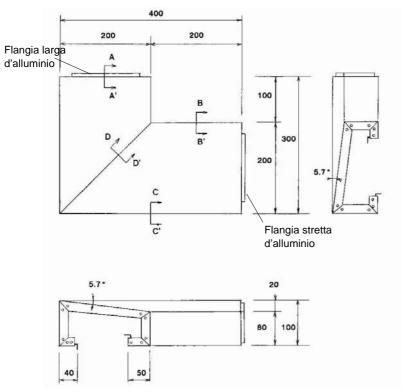
Metodo di scanalatura e taglio

Scanalatura

Particolare A

Asse della gola scanalata posizionato 1mm più internamente della linea d'asse teorica per bilanciare l'effetto allungamento dovuto a piegatura

Esempio 3: Pannello d'angolo di cimasa

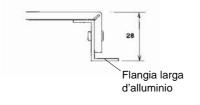
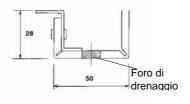
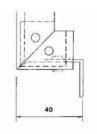
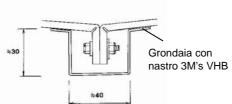
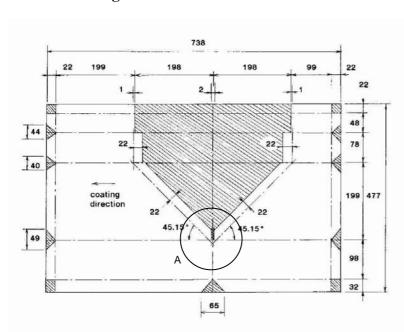
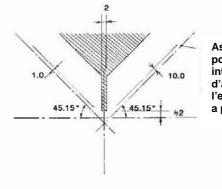
Pannelli finiti

Elevazioni

sezione A-A'

sezione B-B'

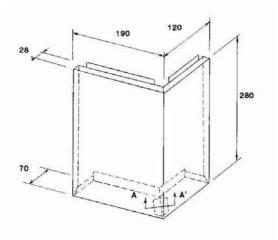
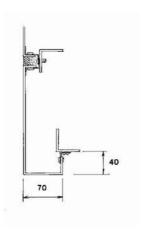
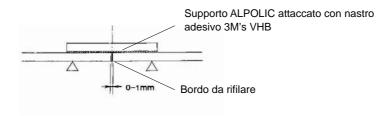
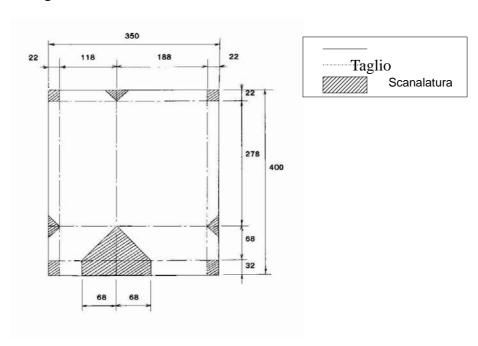
sezione C-C'

AluFiero s.r.l. Via Prampolini, 4 42025 Cavriago (RE)
tel.: +39 0522 947917 - fax: +39 0522 494184
info@alufiero.it - www.alufiero.it
C.F./P.I.: IT 02947371205 - REA. RE 0279096

Sezione D-D’

Grondaia con nastro 3M’s VHB

Scanalatura e taglio

Particolare A

Asse della gola scanalata posizionato 1mm più internamente della linea d’asse teorica per bilanciare l’effetto allungamento dovuto a piegatura

Esempio 4: Pannello d'angolo per gocciolatoio

Pannello finito

Particolare

Sezione A-A'

Supporto ALPOLIC attaccato con nastro adesivo 3M's VHB

Bordo da rifilare

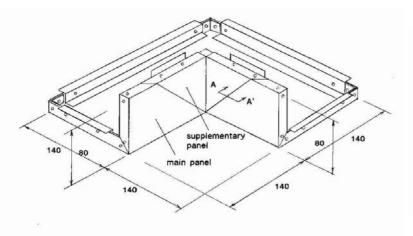
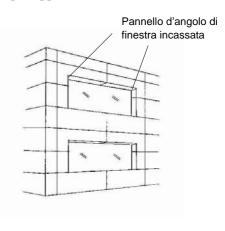
Metodo di taglio e scanalatura

Taglio

Scanalatura

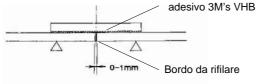
Esempio 5: Pannello d'angolo per finestra incassata

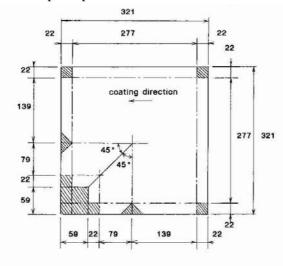
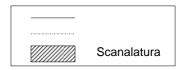
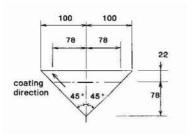
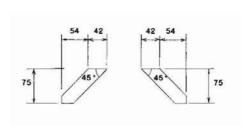
Pannello finito

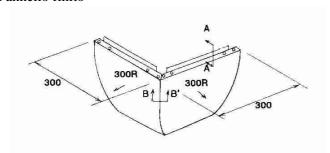
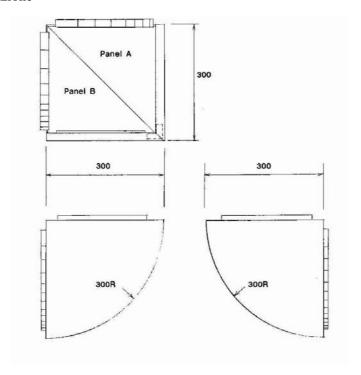
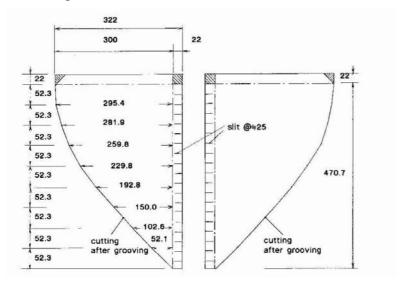
Esempio applicativo

Pannello d'angolo di finestra incassata

Sezione A-A'

Supporto ALPOLIC attaccato con nastro adesivo 3M's VHB

Bordo da rifilare

Metodo di taglio e scanalatura

Pannello principale

Pannelli supplementari d'alluminio

Piastra di supporto

Esempio 6: Pannello d'angolo per sporgenze bombate

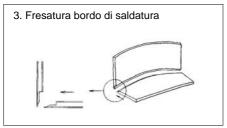
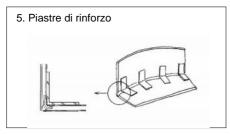
Pannello finito

Elevazione

sezione A

sezione B

Metodo di taglio e scanalatura

Saldatura

È possibile congiungere due pannelli ALPOLIC con una pinza di saldatura per pressione a caldo. Il materiale d’apporto può essere ricavato ritagliando una bacchetta dal nucleo di un pezzo di pannello di scarto. I giunti saldati rappresentano un punto della struttura meno resistente del resto e quindi devono essere rinforzati dopo la saldatura.

1. Esempio di saldatrice a caldo

1. Attrezzatura per la saldatura

Saldatrice: pinza a pressione a caldo per resine termoplastiche

2. Bacchetta/materiale d'apporto

2. Preparazione del materiale d’apporto

Ritagliare da un pezzo di pannello di scarto una barretta da 3 a 5mm di spessore. Scoprire il nucleo centrale togliendo l’alluminio dai due lati e appuntire (circa 45°) il lato della barretta che userete per l’attacco della saldatura.

3. Fresatura bordo di saldatura

3. Fresatura lati da saldare

Fresare o smussare il bordo del pannello ALPOLIC con una scantonatrice o sezionatrice fino a ridurlo al profilo desiderato per la saldatura.

4. Spinta di avanzamento

4. Saldatura

Prima di cominciare a saldare, riscaldate la punta della bacchetta di materiale d’apporto e la zona del nucleo dei pannelli utilizzando la pinza. Quando tutte e due le superfici sono umide, premere la bacchetta contro il nucleo dei pannelli ALPOLIC e spingere la bacchetta in avanti alla velocità di 5-6 cm al minuto.

Nota 1: La temperatura dell’aria in uscita dalla pinza è di circa 130°C tutto intorno alla zona di saldatura.
Nota 2: Spingere la bacchetta di materiale d’apporto contro la linea del nucleo esercitando una pressione tale da farla piegare a circa 45° come illustrato in figura.
Nota 3: Un eccessivo riscaldamento causa la decomposizione del nucleo e – a questo punto – la bacchetta di materiale d’apporto non potrà più aderire al nucleo.
Nota 4: La velocità di avanzamento deve essere giusta. Non procedere né troppo lentamente, né troppo in fretta. Il movimento deve risultare uniforme e continuo.

5. Piastre di rinforzo

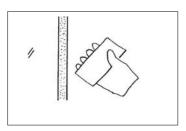
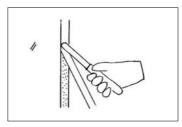
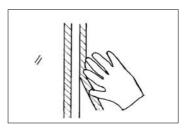
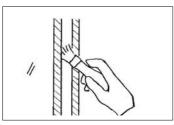
5. Rinforzo con piastre

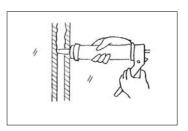
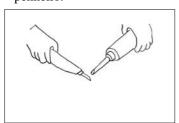
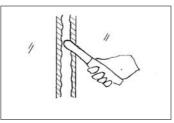
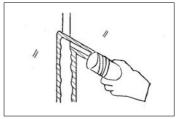
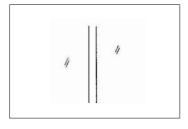
Infine attaccate una piastra di rinforzo fatta con materiale ALPOLIC o di allumino utilizzando un nastro biadesivo o altro collante idoneo.

Nota 5: Prima di procedure ad incollare tutto, fate una prova dell’adesivo su un angolino in modo da essere certi che il prodotto scelto non causi deformazione o distorsione della superficie per effetto di eccessivo ritiro dell’adesivo dopo l’indurimento.

AluFiero s.r.l. Via Prampolini, 4 42025 Cavriago (RE)
tel.: +39 0522 947917 - fax: +39 0522 494184
info@alufiero.it - www.alufiero.it
C.F./P.I.: IT 02947371205 - REA. RE 0279096

Appendice 6

Tipiche procedure di impermeabilizzazione

1. Pulizia della superficie
Ripulire da ghiaia e polvere. Pulire le giunzioni, asciugando tracce di umidità, olio e polvere.

2. Inserire materiale di sostegno
Serve come anti-adesivo nei punti dove si vuole evitare attaccare tre lati.

3. Applicazione maschera
Usate un'opportuna maschera per coprire la zona adiacente al giunto ed evitare sporcarla di adesivo.

4. Applicazione primer
Se necessario, applicate una mano di primer a spruzzo o a pennello.

5. Miscelazione (solo per prodotti bi-componenti)
Aggiungete il catalizzatore alla base e mescolate accuratamente.

6. Riempimento fuga (per bi-componenti): prima di colmare la fuga con il prodotto, pulite siringa e ugello per rimuovere ogni traccia di sporco e olio. Iniettate il prodotto senza

7. Riempimento fuga (per mono-componenti): per prodotti mono-componenti, spuntare l'ugello (punta) a 45° e montate la cartuccia su una siringa turapori.

8. Finitura
Uniformare ed omogeneizzare lo strato di adesione, pulire ed eliminare eventuali bollicine.

9. Rimuovere maschera Una volta finito, togliete il nastro coprente srotolandolo attorno a un tubo.

10. Presa finale
Una volta completato il lavoro, lasciate che il giunto faccia presa fino ad indurimento completo.

Nota 1. Questo opuscolo é un estratto del manuale del fornitore di sigillante. Si rimanda l'utilizzatore alle istruzioni del produttore di nastro e adesivo per maggiori particolari e note specifiche sul prodotto.

Nota 2. Aumento di lucentezza dovuto a plastificanti e adesivi. Non attaccate mai sulla pellicola del pannello adesivi poliuretanici o a base di silicone modificato. I plastificante contenuto in questi prodotti penetra attraverso la pellicola e può causare variazioni di opacità/brillantezza del pannello. Durante i lavori di finitura, fate attenzione a non sporcare la pellicola protettiva dei pannelli ALPOLIC con il sigillante in eccedenza.

Kit di manutenzione

(A) Realizzazione di ritocchi

Uno dei maggiori vantaggi delle vernici al Lumiflon é che – in caso di piccoli danni o graffi -, é possibile fare dei ritocchi a temperature ambiente della superficie danneggiata. Questo manuale contiene le istruzioni per l'esecuzione di ritocchi e piccoli interventi su pannelli ALPOLIC finiti con una mano di vernice al fluoro carbonio a base di Lumiflon perfettamente idonea al ritocco con una vernice anch'essa al fluoro carbonio a base di Lumiflon, ma specificatamente studiata per essiccazione all'aria e denominata "Bonflon #2000".

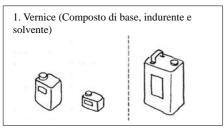
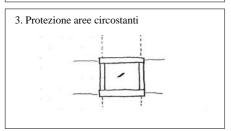
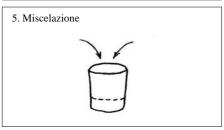
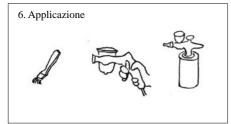
1. Vernice (Composto di base, indurente e solvente)

2. Preparazione del fondo

3. Protezione aree circostanti

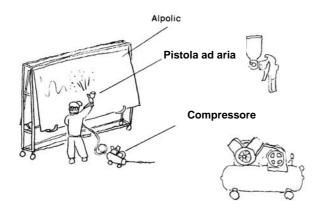
4. Preparazione del prodotto

5. Miscelazione

6. Applicazione

1 kg di vernice da ritocco consiste di:
Composto base: 0.93 kg
Indurente: 0.07 kg
A parte, viene fornito il solvente (xylene) per diluire il prodotto e regolarne la viscosità. Xylene: circa 1 litro
2. Spolverate e pulite la superficie del pannello con un panno morbido. Carteggiate leggermente la zona del ritocco con carta 320-400 ed eliminate eventuali tracce di olio e grasso con isopropanolo o affini.
(Nota) Non usare MAI solventi per la pulizia del pannello.
3. Se necessario, proteggete la zona limitrofa con un foglio di polietilene o nastro adesivo per evitare che si sporchi.
(Nota) Non usare MAI nastri adesivi di PVC.
4. Agitate bene la confezione per mescolare il composto base ed omogeneizzare i pigmenti colorati. Infine versate il prodotto dentro un bicchiere in quantità sufficiente.
5. Aggiungere indurente e solvente in quantità giusta, miscelare bene e lasciare riposare per circa 30 minuti prima dell'uso. Per la miscelazione rispettare il seguente rapporto composto base/indurente: 93 : 7 (=13 : 1).
Solvente (xylene): aggiungere solvente in quantità variabile dal 20 al 40% in base al grado di viscosità desiderato.
6. Applicare il prodotto alla zona da ritoccare usando un pennello o una pistola a spruzzo. A 20°C, il ritocco sarà perfettamente secco dopo un'ora.
(Nota 1) Il tempo di lavorabilità della miscela pronta per l'uso é di 6 ore a 20°C, quindi usare entro 6 ore dall'avvenuta miscelazione del composto.
(Nota 2) Non applicare MAI a meno di 10°C.
ATTENZIONE:
1. Le zone ritoccate (specialmente per colori metallizzati) potrebbero presentare leggere variazioni di lucentezza/colore a causa del diverso metodo di applicazione dei prodotti.
2. Conservazione e stoccaggio
(1) Conservate le vernici lontano da fiamme dirette e fonti di calore eccessive
(2) Non esponete mai le vernici ai raggi solari diretti per periodi prolungati
Assicuratevi che i contenitori siano ben chiusi e stagni ed evitate vicinanza a zone o fonti di umidità.

(B) Riverniciatura dei pannelli ALPOLIC®/fr

Data la natura del loro nucleo di polietilene, i pannelli ALPOLIC® si deformano già a 100°C e quindi non possono essere essiccati in forno ad alte temperature. Perciò, nello scegliere una vernice adatta, fate attenzione che sia di tipo polimerizzante all’aria ed essiccante anche a basse temperature (massimo 90°C per 30 minuti).
A seguito descriviamo la procedura tipica di verniciatura dei pannelli ALPOLIC®.

Esempio di verniciatura a spruzzo

Pannelli lasciati asciugare all’aria

1. Vernici a forno (a basse temperature)

(1) Pulizia — Spolverare e pulire la superficie del pannello ALPOLIC® con un panno morbido. Per una perfetta adesione, carteggiare con disco Scotch Bright #8447 o #7447 (equivalente a carta vetrata grana #280 o #320). Dischi ruvidi e carta vetrata possono graffiare il pannello in profondità o rimuovere lo strato di finitura. Per facilitare la lucidatura del pannello si consiglia l’uso di una sabbiatrice con disco Scotch Bright.
Una volta lucidato, pulite con isopropanolo (o altre soluzioni non aggressive). ATTENZIONE: macchie residue di olio causeranno fessurazione, distacco e altri difetti della finitura.

(2) Applicazione — Le vernici poliuretaniche o a base di Lumiflon (o fluoro carbonio) sono disponibili anche in versioni per essiccazione a basse temperature. Applicare la vernice a spruzzo su tutto il pannello ALPOLIC. NON USATE VERNICI ACRILICHE perché essiccano solo ad alta temperatura.

(3) Polimerizzazione — I pannelli verniciati vengono fatti polimerizzare ai picchi di temperatura per metalli per un tempo specificato dal produttore (non oltre 90° per 30 minuti per evitare fenomeni di deformazione termica).

(4) Raffreddamento — Il pannello in uscita dall’impianto di polimerizzazione viene fatto raffreddare a temperature ambiente.

(5) Protezione — Coprite la superficie verniciata con una pellicola protettiva ad adesione minima. ATTENZIONE alla progressione della forza di aggrappo della pellicola nel tempo: potrebbe essere difficile distaccarla dal supporto. Evitate pellicole di PVC sulle superfici al Lumiflon perché potrebbero causare localizzazioni di maggiore lucentezza sul pannello. Fate attenzione alla formazione di bolle d’aria tra il pannello e la pellicola, sotto le quali potrebbe verificarsi una variazione di lucentezza della finitura.

2. Vernici ad aria

(1) Pulizia: Come per le vernici a forno

(2) Applicazione: Vernici poliuretaniche o a base di Lumiflon (fluoro carbonio) tipo ad aria (per essiccazione a temperature ambiente). NON APPLICARE MAI A MENO DI 10°C.

(3) Essiccazione: La superficie é completamente secca dopo 1 ora a 20°C.

(4) Polimerizzazione: A seconda del tipo di vernice, la miglior performance (caratteristiche) della finitura si ottiene dopo un paio di settimane. Evitate di accatastare i pannelli uno sopra l'altro prima che siano trascorse almeno queste prime due settimane per evitare che si attacchino.

3. ALPOLIC® poliestere bianco

Il poliestere bianco ALPOLIC® é un prodotto studiato per la riverniciatura dei pannelli. Si tratta di una vernice di di poliestere invece che di Lumiflon.
Il metodo di applicazione consiste di una mano di primer al poliestere e una finitura di poliestere su cui è possibile stendere vernici poliuretaniche o al Lumiflon nello stesso modo già descritto.

ALPOLIC® poliestere bianco

Finitura di poliestere (circa 15 micron)
Primer di poliestere (circa 5 micron)
Trattamento chimico
Alluminio

4. Ritocchi sul retro dei pannelli ALPOLIC®

Prima di qualsiasi lavoro sul retro del pannello ALPOLIC® ricordate di rimuovere dalla superficie tutte le frecce direzionali e l'identificativo del lotto di produzione stampati con inchiostro nero a lunga durata lavabile solo con solventi tipo MEK (Metil etil chetone).

Nel pulire con il MEK fate attenzione a non asportare lo strato del trattamento chimico che si trova tra la mano di vernice e lamina di alluminio e che serve a garantire l'adesione della vernice fresca che andrete a ritoccare. Qualsiasi intervento di pulizia (con MEK o altri solventi) sul retro del pannello deve essere eseguito con movimenti dolci e gentili senza eccessivo sfregamento che potrebbe risultare in una completa asportazione dello strato di trattamento lasciando a nudo la superficie di alluminio sottostante.

Non utilizzate MAI solventi o MEK sul davanti dei pannelli ALPOLIC® perché il MEK è molto aggressivo e – come tutti i solventi – potrebbe seriamente danneggiare la vernice al lumiflon a base di fluoro carbonio.

5. Consigli generali per un corretto ritocco

(1) Una superficie non perfettamente pulita può essere causa di scarsa coesione della vernice al supporto.
Fate attenzione alle condizioni di essiccazione, temperatura e tempo di polimerizzazione.

(2) Fessurazione del lato piegato
In generale la vernice a spruzzo tende ad assumere spessori maggiori e naturalmente tanto più spesso é lo strato di vernice, quanto maggiore é il rischio di piccole crepe e fessure durante piegatura in presenza di basse temperature. Per evitare questo fenomeno sugli spigoli del pannello, evitate di eseguire lavorazioni a temperature inferiori ai 15°C.

A temperatura ambiente piuttosto fredde, si potrebbero verificare fessurazioni del pannello in questo punto

(C) Applicazione di vernici al Lumiflon sugli elementi di alluminio

Nel caso in cui il progetto richieda che tutte le parti di alluminio siano verniciate come i pannelli ALPOLIC® , è possibile utilizzare una vernice al Lumiflon a base di fluoro carbonio idonea per alluminio. Questa vernice esiste in commercio in due versioni: vernice a forno ad alta temperatura e ad aria. Se la verniciatura viene fatta in un'officina con cabina di verniciatura è preferibile utilizzare il tipo a forno che polimerizza normalmente a 120°C in soli 20 minuti. Se invece la verniciatura avviene in cantiere, è consigliabile il tipo ad aria che polimerizza a temperatura ambiente.

1. Sottofondi
Queste vernici sono idonee alla verniciatura di qualsiasi alluminio inclusi pannelli di alluminio ed estrusi vari.

2. Pretrattamento e mano di fondo
Sgrassate e pulite la superficie di alluminio da verniciare e poi applicate il primer con pistola a spruzzo. Prima di applicare il primer su tutta la superficie dei pannelli fate una piccola prova di compatibilità. Di solito, si consigliano primer epossidici in spessore adeguato al caso e alle istruzioni del produttore.

3. Finitura (vernice al Lumiflon a base di fluoro carbonio)
Appena essiccato il primer, applicate la vernice al Lumiflon a base di fluoro carbonio in due mani per evitare gocciolamento e perle di verniciatura. Abbiate cura di ottenere uno spessore totale di almeno 25 micron.

4. Essiccazione in forno
La vernice applicata in cantiere richiede lunghi tempi di attesa per la completa essiccazione. Se invece disponete di una cabina di verniciatura, l'essiccazione a 120°C é completa dopo soli 20 minuti e quindi con un notevole risparmio di tempo.
Nota: NON USARE MAI QUESTO METODO PER I PANNELLI ALPOLIC perché i pannelli cominciano a deformarsi già a temperature inferiori ai 120°C !!!

A seguito riassumiamo brevemente le fasi di verniciatura dei componenti di alluminio:

Fase	**Descrizione**
1. Preparazione sottofondo	Pulizia e sgrassaggio
2. Applicazione primer	Spessore: 15 - 20 micron Resa primer: 200-250 g/m^2
3. Essiccazione	Da 80 a 100°C × 20 minuti
4. Raffreddamento	Fino al raggiungimento di max 35°C sulla superficie finita
5. Finitura	Spessore ultima mano: min 25 micron Resa vernice: 300 g/m^2
6. Essiccazione	120°C × 20 minuti
7. Raffreddamento	Fino al raggiungimento di max 35°C sulla superficie finita

Nota: La suddetta tabella è riferita alle tinte unite non-metallizzate. Per i colori metallizzati si richiede una mano di finitura (circa 15 micron) superficiale trasparente.

(D) Pulizia

1. Premessa

Questo prontuario si riferisce alle procedure di pulizia e manutenzione dei pannelli per facciate esterne serie ALPOLIC® con verniciatura al Lumiflon a base di fluoro carbonio.

2. Campo di applicazione

Il presente manuale é stato redatto allo scopo di assistere architetti, imprese, proprietari e chiunque altro interessato o responsabile della manutenzione dei pannelli esterni ALPOLIC® in base a regole e condizioni di massima sicurezza.

3. Generalità

3-1. In genere, le vernici al Lumiflon a base di fluoro carbonio, così come molti altri rivestimenti organici per l'alluminio, sono relativamente insensibili alle polveri e non attraggono sporcizia. Ciò nonostante l'accumulo di sporco e terriccio dipende molto anche dalla zona in cui sorge lo stabile. Zone diverse richiedono interventi di pulizia a intervalli diversi sia per motivi estetici, sia per poter assicurare la rimozione di sostanze nocive che potrebbero rovinare il rivestimento superficiale dei pannelli.

Nella maggioranza dei casi, la semplice pioggia basta a mantenere pulita la facciata. In zone molto secche a scarse precipitazioni, dove viene a mancare questo benefico effetto, occorrerà pulire i pannelli con maggiore frequenza. Persino parti diverse dello stesso edificio potrebbero richiedere regole diverse di pulizia. Le parti più in basso o quelle più in vista, ad esempio, potrebbero dover essere pulite più frequentemente di parti più nascoste o riparate dove la pulizia, a volte, è ridotta quasi a zero. Una corretta norma comportamentale richiede la considerazione di tutti questi fattori prima di definire una regola di pulizia.
Un'eventuale procedura di pulizia potrà inoltre essere abbinata o rivista in base agli interventi comunque necessari per altre vetrate e/o elementi della facciata di alluminio.

3-2. In linea di massima, interventi di pulizia più frequenti sono richiesti in questi casi:

- Zone scarsamente piovose
- Zone fortemente industrializzate
- Zone limitrofe a cantieri edili
- Zone costiere e litorali con frequenti cicli umido/secco e presenza di sali e nebbie con tendenza a depositarsi.
- Alcune aree/zone protette (per esempio sotto tettoie o parti architettoniche a sbalzo) dove manca l'effetto benefico delle piogge.

3-3. Nel caso di pulizia con sistemi automatici, fate una piccola prova per verificare l'idoneità dell'apparecchiatura alla natura del pannello e per valutarne la capacità di produrre un sufficiente grado di pulizia agli intervalli di tempo desiderati.

4. Precauzioni

Una volta completato il lavoro rimuovere accuratamente tutte le tracce e residui di materiale da costruzione (cementi, malte ecc…). Una corretta pulizia della facciata così finita dovrà essere effettuata a intervalli regolari per mantenere un buono stato dei pannelli:

Località	**Interventi/anno**
Zone rurali	0.5
Zone urbane	0.5 - 1
Aree desertiche e/o costiere	1
Zone industrializzate	1 - 2

4-1. Rimozione terriccio leggero

Per togliere eventuali resti di terriccio, fate prima una prova su una piccola parte della superficie per valutare il grado di pulizia e i prodotti necessari e poi lavate la superficie dei pannelli con un abbondante getto d'acqua fatto scorrere sull'intera facciata dall'alto verso il basso. Per far questo usate mezzi idraulici privilegiando pressione anziché volume d'acqua. Applicate il prodotto strofinando delicatamente la superficie con una spugna o uno straccio morbido completamente imbevuti di liquido detergente.

4-1-1 Per rimuovere sporco di fango o terriccio, é preferibile utilizzare un getto sottile a pressione moderata piuttosto che un getto grosso a bassa pressione. Se in questo modo non riuscite ad ottenere un corretto grado di pulizia, provate con una motopompa e una spugna. Se sulla superficie asciutta compare ancora un alone di terra, utilizzare un detersivo delicato o una soluzione al 5-10% di alcol isopropilenico.

4-1-2. Nel caso di pulizia con soluzioni delicate al 5-10% di alcol isopropilenico, utilizzate una spugna e/o un panno morbido per strofinare le macchie sui pannelli avendo cura di risciacquare a pressione uniforme con movimento prima in senso trasversale e poi verticale al pannello. Infine risciacquate tutta la superficie con abbondante acqua pulita ed asciugate ad aria oppure con stracci di camoscio o altro tessuto spugnoso e privo di pilucchi.

4-1-3. Fate attenzione a minimizzare fenomeni di gocciolio verso il basso dell'edificio. Qualora non sia assolutamente possibile evitare gocciolamento del prodotto usato per la pulizia, risciacquate subito l'area lavata per evitare strisciature. In linea generale, pulite e risciacquate cominciando dall'alto per finire alla base dell'edificio. Nel caso di edifici ad un solo piano o comunque relativamente bassi, effettuate la pulizia dal basso verso l'alto e il risciacquo dall'alto verso il basso.

4-2. Rimozione di terra e prodotti edili medio-forti

4-2-1. In caso di terra e fanghi persistenti, usare solventi "mild" tipo IPA, etanolo o n-exano per rimuovere completamente anche le macchie più ostinate lasciate da sigillanti e turapori. Laddove dobbiate ricorrere all'alcol, ricordatevi di diluirlo al 50% con acqua. Prima di usare eventuali soluzioni pure, fate sempre una prova in un angolo nascosto per evitare di danneggiare il rivestimento. Solventi ed emulsioni detergenti che potrebbero causare danni o ammorbidimento dei pannelli, dovranno essere provati prima separatamente. Di norma, solventi ed emulsioni devono essere diluiti con acqua o alcol e poi lavati subito via e risciacquati con acqua pulita.

4-2-2. Sigillanti e oli idraulici sono molto difficili da rimuovere completamente. Fate in modo che la pellicola protettiva sui pannelli non venga tolta fino a completamento dei lavori. Una volta attecchite, queste macchie possono solo essere tolte con detergenti specifici prima del loro complete indurimento. In linea di massima, è vietato l'uso di sostanze abrasive. Non mescolate mai detergenti di tipo diverso ed evitate eccessivo sfregamento per non alterare il grado di lucentezza della superficie.

5. Avvertenze

5-1. Non usate mai solventi organici come ad esempio MEC (metil etil chetone), MIBC (Metil Isobutil chetone), triclene e acqua ragia. Non usate alcali o acidi aggressivi ed evitate assolutamente tutti i prodotti abrasivi. ATTENZIONE: pericolo di asportazione/distacco (rigonfiamento) della vernice di finitura.

5-2. Non mescolate mai assieme prodotti diversi, salvo i casi in cui sia previsto dalle istruzioni per l'uso del produttore. In tal caso, seguite alla lettera le istruzioni del produttore.

5-3. Evitate di lavorare a temperature estreme. Il calore potrebbe accelerare le reazioni chimiche e causare l'evaporazione dell'acqua dalla soluzione. Temperature troppo basse potrebbero compromettere la qualità della pulizia, mentre temperature eccessive potrebbero causare strisciatura o rigatura dei pannelli. In condizioni ottimali, effettuate sempre la pulizia dei pannelli a temperature medie, sul lato in ombra dell'edificio.

5-4. Abbiate cura di evitare gocciolamenti e spruzzi durante la pulizia e rimuovete immediatamente eventuale prodotto in eccesso colante sul pannello.

5-5. Accertatevi che spugne e stracci siano morbidi ed assolutamente privi di parti abrasive. Evitate eccessivo sfregamento e pulizia.

(E) Esempi pratici di pulizia dei pannelli

Saponi, shampoo e detersivi sono di solito acquistabili in loco in base alla disponibilità e marche in commercio nel paese d'uso. Un metodo semplice, ma efficace é quello descritto a seguito e basato sull'uso di un detersivo chiamato Magiclean, molto comune a Taiwan ed in uso presso tutti i benzinai del sud-est asiatico.

1. Sporco leggero

1. Aggiungi detersivo all'acqua 5 l di acqua 50-250 ml Magiclean	2. Applicare e spargere il prodotto sulla superficie del pannello ALPOLIC. Attendere per 1 minuto. 	3. Strofinate con uno straccio umido
Diluite il Magiclean all'1-5% (50-250ml di Magiclean in 5 l di acqua). Il Magiclean é prodotto dalla Kao Corp.	Strofinare e spargere la soluzione sulla superficie del pannello ALPOLIC con uno straccio morbido o una spugna. Lasciare riposare per 1 minuto fino a quando la schiuma non diventa nera.	Per ultimo, strofinare e pulire con uno straccio imbevuto di acqua pulita.

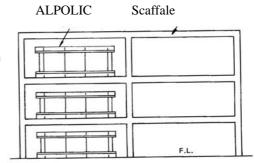
2. Macchie persistenti

1. Aggiungi detersivo all'acqua Magiclean 100 ml Acqua 100ml	2. Applicare e spargere il prodotto sulla superficie del pannello ALPOLIC con uno straccio morbido. 	3. Asciugare con uno straccio

AluFiero s.r.l. Via Prampolini, 4 42025 Cavriago (RE)
tel.: +39 0522 947917 - fax: +39 0522 494184
info@alufiero.it - www.alufiero.it
C.F./P.I.: IT 02947371205 - REA. RE 0279096

(F) Stoccaggio

I pannelli ALPOLIC® richiedono le stesse precauzioni e norme di stoccaggio dei pannelli di alluminio massiccio in quanto è comunque necessario proteggere la lamina esterna di alluminio da graffi dovuti a sfregamento delle superfici per accatastamento l'uno contro l'altro e da corrosione dovuta a fenomeni di umidità.

Stoccaggio orizzontale su scaffale

Incastellatura verticale

1. É buona norma non togliere i pannelli ALPOLIC® dalla loro cassa di legno fino al momento dell'uso. Una volta tolti dalla cassa, fate in modo di conservarli in posizione orizzontale avendo cura di evitare flessione e torsione. Evitate anche di accatastarli uno sopra l'altro, per impedire che gli spigoli di uno graffino la superficie dell'altro.
2. Se stoccate i pannelli in posizione verticale fate in modo di appoggiarli a una incastellatura come in figura sotto. Collocate un tappetino di plastica sul fondo dell'incastellatura e poi appoggiate i pannelli contro una parete ben solida. Evitate di sovrapporre pannelli di misura diversa per ovvio rischio di graffiatura.
3. Evitate luoghi polverosi.
4. Evitate ugualmente luoghi umidi e bagnati e mettete i pannelli lontani da fonti di spruzzo.
5. Non spruzzate/bagnate mai i pannelli ALPOLIC® con acqua e in particolare non impilateli uno sopra l'altro. Se un pannello viene accidentalmente bagnato, provvedete ad asciugarlo immediatamente con un panno morbido e asciutto.
6. Non collocate mai i pannelli direttamente a terra.
7. Non incollate o legate assieme i pannelli con nastri di PVC (nemmeno se i pannelli sono ancora protetti dalla pellicola). ATTENZIONE: l'adesivo può penetrare attraverso la pellicola e causare variazioni di lucentezza della finitura sottostante.
8. I pannelli nella loro cassa di legno possono essere accatastati uno sopra l'altro fino a un massimo di 4 casse.

Dati tecnici e controllo qualità

(A) Dati tecnici principali (ALPOLIC®/fr)

1. Generalità

ALPOLIC®/fr é un materiale composito di alluminio (ACM) con un nucleo non combustibile a base minerale prodotto dalla Mitsubishi Chemical Functional Products, Inc. e distribuito in tutto il modo da una vasta rete di distributori. Si tratta di un materiale per applicazioni sia all'esterno, sia all'interno ugualmente utilizzabile per coperture, opera di nuova edilizia e restauri.

2. Composizione

I pannelli ALPOLIC®/fr sono composti da un nucleo non combustibile a base minerale racchiuso a sandwich tra due lamine di esterne di lega d'alluminio (3105-H14) dallo spessore di 0.5mm.

Composizione	Lamine esterne:	lega d'alluminio 3105-H14 spessore 0.5mm
	Nucleo:	non combustibile a base minerale

La superficie a vista (fronte del pannello) é finita con una vernice al lumiflon (a base di fluoro carbonio) ad altissima resistenza mentre il retro è finito con una comune pittura colorata o altro materiale di servizio. I pannelli ALPOLIC®/fr sono disponibili in quattro tipologie: colori solidi (tinte unite), tinte metallizzate, smalti lucidi e pietre. In tutti e quattro i casi, la verniciatura al lumiflon viene applicata dal produttore su linee di spalmatura continua in coils (bobine). Le vernici al lumiflon utilizzate sono tutte certificate per impiego su facciate e muri esterni di edifici in conformità alle norme ECCA (Associazione Europea Verniciatori in Coils) e AAMA (American Architectural Manufacturers Association). (v. seguente capitolo "6 - verniciatura" per maggiori dettagli).
Il retro dei pannelli ALPOLIC®/fr (cioé il lato del pannello che – una volta completata l'installazione – viene a trovarsi rivolto verso la struttura di muratura o acciaio) é finito con una mano di vernice di poliestere o altro materiale equivalente al solo scopo di proteggere il pannello da eventuali problemi di corrosione.
Il davanti dei pannelli é protetto da una pellicola autoadesiva consistente in un doppio strato di polietilene bianco e nero facilmente distaccabile. La pellicola ha superato diversi test di resistenza agli agenti atmosferici che dimostrano che a condizioni ambientali normali può resistere per 6 mesi senza perdere le sue originali proprietà di distacco e senza causare alcuna macchia o danno al sottofondo.

3. Dimensioni e tolleranze

(1) Spessore del pannello: 3mm, 4 mm and 6 mm

(2) Dimensioni: larghezza= 965, 1270 o 1575 mm
Lunghezza = max 7200 mm (a scelta)

Nota: Larghezze diverse e/o personalizzate comprese però tra sempre 914 e 1575 mm sono possibili, ma solo per quantitativi minimi. Chiedere al vostro rivenditore o al nostro ufficio commerciale per maggiori dettagli.

(3) Tolleranze

Larghezza:	±2.0 mm
Lunghezza:	±4.0 mm
Spessore:	±0.2 mm
Inarcamento long./trasversale:	Max 0.5% della lunghezza/larghezza totale
Ortogonalità:	Max 5.0 mm
Difetti superficiali:	La superficie deve essere completamente priva di difetti e irregolarità sia a livello di rugosità, sia di planarità. Al controllo visivo non dovrà risultare alcuna imperfezione della superficie.

I pannelli ALPOLIC®/fr vengono forniti di fabbrica con bordo tagliato, senza alcuno sfasamento della lamina di alluminio e senza intrusioni nel nucleo.

4. Proprietà

(1) Peso:

Spessore pannello	3mm	4mm	6mm
Peso pannello ALPOLIC®/fr	6.0 kg/m²	7.6 kg/m²	10.9 kg/m²

(2) Espansione termica: 1.2 mm / m a 50°C

(3) Caratteristiche meccaniche dei pannelli ALPOLIC®/fr:

	4mm	6mm
Carico di rottura (ASTM E8)	5.0 kg/mm²	3.0 kg/mm²
Carico di snervamento (ASTM E8)	4.5 kg/mm²	2.7 kg/mm²
Allungamento (ASTM E8)	5 %	2 %
Elasticità flessurale (ASTM C393)	4060 kg/mm²	2970 kg/mm²

(4) Proprietà meccaniche della lamina di alluminio 3105-H14:
Carico di rottura (ASTM E8): 15.5 kg/mm²
Modulo di elasticità (ASTM C393): 7000 kg/mm²

(5) Cedimento: a 116 °C (109 °C in 6 mm)

(6) Perdita di sonoro (ASTM E413):

	4mm	6mm
ALPOLIC®/fr	26 STC	26 STC

5. Certificazioni

I pannelli ALPOLIC®/fr sono stati omologati per impiego in esterni, per coperture e per rivestimenti interni in base alle seguenti normative:

Applicazione	Paese	Norma di riferimento	Spessore provino	Risultati & Classificazione
Rivestimenti esterni	Gran Bretagna	BS476 – Parte 6 e 7	4 mm & 6 mm	Classe 0 Classe 1
	Germania	DIN4102 Parte 1	4 mm & 6mm	Classe B1
	USA	British Thermal Unit (NFPA 259-93)	4 mm	Test superato
		Drum Peel Test (ASTM D1781-76)	4 mm	Test superato
		Tunnel Test (ASTM E-84)	4 mm & 6mm	Classe A & Classe 1
		ASTM E-108 revisionate	4 mm	Test superato
		UBC 26-9 & NFPA 285, ISMA Test (Simulazione con apparato multipiano scala intermedia)	4 mm & 6mm	Test superato
Applicazione	Paese	Norma di riferimento	Spessore provino	Risultati & Classificazione
Rivestimenti esterni	Canada	Test d'infiammabilità muri esterni su scala reale in accordo con le CAN/ULC-S 134-92	4 mm	Test superato
	Cina	GB8625, GB8626 & GB8627	4 mm	Class B1
	Giappone	Test di emissione calore dei materiali non combustibili come da ISO5660-1.	4 mm & 6 mm	Test superato Certificato No. NE-0001

Tetti e coperture	USA	Prova d'infiammabilità coperture come da ASTM E108.	4 mm	Test superato
Pareti taglia fuoco	USA	Prova di resistenza al fuoco a 1 e 2 ore di esposizione alle fiamme come da ASTM E119	4 mm	Non riduce la resistenza delle pareti/muri taglia fuoco
Interni	USA	Prova di resistenza d'angolo in spazi interni come da UBC 26-3.	4 mm	Test superato
	USA	Prova di tossicità in caso d'incendio in accordo con il Codice di Edilizia Civile e la Normativa Antincendio dello Stato di New York.	4 mm	Test superato

6. Verniciatura

(1) Sistema di verniciatura

Il lato a vista (superficie) del pannello é rifinito con una vernice al Lumiflon a base di fluoro carbonio mentre sul retro viene messa una vernice normale o altro manto di servizio. I pannelli ALPOLIC®/fr sono disponibili in quattro tipologie: colori solidi (tinte unite), colori metallizzati, smalti lucidi e pietre. In tutti e quattro i casi la vernici al Lumiflon viene applicata in fabbrica dal produttore su linee di spalmatura continua in coils (bobine). Il tipo di verniciatura a seconda della tipologia di pannello può essere:

A. "Tinte unite": realizzate con doppia mano di vernice e quindi doppia cottura per uno spessore totale a polimerizzazione avvenuta di almeno 25 μ. L'applicazione consiste in una prima mano di fondo seguita da primer e infine vernice al Lumiflon a base di fluoro carbonio.
B. "Tinte metallizzate" e "smalti lucidi": realizzate con tre mani e quindi tre cotture per uno spessore totale a polimerizzazione avvenuta di almeno 35 μ. L'applicazione consiste in una prima mano di fondo seguita da primer e vernice al Lumiflon a base di fluoro carbonio ed infine applicazione di finitura trasparente.
C. "Serie Pietre" : realizzate con un processo speciale di serigrafia con spessore totale di almeno 45 μ. L'applicazione consiste in una prima mano di fondo seguita da primer e infine vernice al Lumiflon a base di fluoro carbonio con strato di serigrafia.

(2) Colore e lucentezza

é possibile scegliere da una cartella colori standard preformulati dal produttore e a disposizione del cliente. A richiesta è possibile realizzare colori personalizzati per ogni tipologia di pannello purché sussistano determinati quantitativi minimi. La lucentezza standard é del 30% e 80% rispettivamente per le tinte unite/metallizzate e per gli smalti/pietre. Per determinati quantitativi minimi, é comunque possibile realizzare tutti e quattro i tipi con lucentezza a richiesta di 30, 50 o 80%. Contattare il nostro ufficio commerciale per eventuali richieste personalizzate.

(3) Caratteristiche della vernice

Caratteristica	Valore
Lucentezza (60° brillante): (ASTM D523-89)	30%, 50% o 80%
Resistenza agli agenti atmosferici Misurazione del colore: (ASTM D2244-89) Misurazione della brillantezza: (ASTM D523-89) Resistenza a sfarinamento: (ASTM D4214-89)	 5 provini a massimo colore dopo 4000 ore. 70% a 4000 ore. 8 provini in perfette condizioni dopo 4000 ore.

Durezza matita: (ASTM D522-88)	1-2H
Adesione (ASTM D3359, metodo 8) all’asciutto: in condizioni umide: in acqua bollente:	 Nessuna variazione Nessuna variazione dopo 24 ore a 37.8°C Nessuna variazione dopo 20 minuti a 100°C
Resistenza all’urto: (NCCA 11-5)	Nessuna screpolatura a test d’urto inverso con taglio incrociato
Resistenza ai graffi: (ASTM D968-81)	Resistente a getto di sabbia da 20 litri/mil come da AAMA e da 70 litri/mil di valore effettivo.
Resistenza in nebbia salina:	Blister-10, scribe-8 dopo 3000 ore, nebbia salina e 35°C
Resistenza all’umidità: (ASTM D2247-87)	Nessuna variazione dopo 3000 ore, 100% RH, 35°C.

(B) Analisi comparative delle caratteristiche ALPOLIC® e ALPOLIC®/fr

Nota: I seguenti dati sono riferiti ai pannelli con lamine di alluminio da 0.5mm di spessore.

1. Caratteristiche fisiche

	ASTM	U.M.	ALPOLIC®/fr			ALPOLIC®		
			3mm	4mm	6mm	3mm	4mm	6mm
Gravità specifica (densità)			1.99	1.90	1.81	1.52	1.38	1.23
Peso pannello		kg/m^2	6.0	7.6	10.9	4.6	5.5	7.4
Espansione termica	D969	$\times 10^{-6}/°C$	24	24	24	24	24	24
Conduttività termica apparente	D976	kcal/m·hr·°C	0.43	0.39	0.35	0.43	0.39	0.5
Cedimento	D648	°C		116	109	115	115	115

2. Proprietà meccaniche

	ASTM	U.M.	ALPOLIC®/fr		ALPOLIC®		
			4mm	6mm	3mm	4mm	6mm
Carico di rottura	E8	kg/mm^2	5.0	3.0	6.2	4.9	3.5
Carico di snervamento	E8	kg/mm^2	4.5	2.7	5.9	4.5	3.1
Allungamento	E8	%	5	2	12	14	17
Rigidità flessurale (a 20cm di luce libera)	C393	$\times 10^5 Kg \cdot mm^2$	14	35	7.3	14.0	35.4
Elasticità	C393	kg/mm^2	4060	2970	5000	4060	2970
Resistenza al foratura Carico max (Diam. punzone 50mm)	D732	kg	2040		1380	1650	2100
Resistenza al taglio		kg/mm^2	3.3		2.9	2.6	2.2

3. Resistenza all'urto a prove con metodo Du-pont

Peso della sfera d'acciaio (kg)	Altezza (mm)	Profondità tacca (mm)				
		ALPOLIC®/fr		ALPOLIC®		
		4mm	6mm	3mm	4mm	6mm
0.30	300	0.5	0.4	1.7	0.6	0.4
0.50	500	1.3	1.0	1.6	1.4	0.8
1.00	300	1.4	1.2	2.0	1.7	1.0
1.00	500	1.9	1.6	2.6	2.3	1.5

4. Proprietà meccaniche della lega d'alluminio 3105-H14 utilizzata per le lamine

	ASTM	U.M.	
Limite di snervamento	E8	kg/mm^2	15.5
Elasticità flessurale	C393	kg/mm^2	7,000

AluFiero s.r.l. Via Prampolini, 4 42025 Cavriago (RE)
tel.: +39 0522 947917 - fax: +39 0522 494184
info@alufiero.it - www.alufiero.it
C.F./P.I.: IT 02947371205 - REA. RE 0279096

5. Perdita di sonoro

A parità di peso, i pannelli ALPOLIC®/fr e ALPOLIC® hanno una maggiore perdita di sonoro rispetto ad altri materiali (acciaio, alluminio, compensato ecc…) e sono pertanto classificati come segue:

	ASTM	U.M.	ALPOLIC®/fr			ALPOLIC®		
			3mm	4mm	6mm	3mm	4mm	6mm
STC	E413	dB	25	26	26	25	26	26

6. Resistenza al fuoco

Paese	Norma di riferimento	Risultati & Classificazione	
		ALPOLIC®/fr	ALPOLIC®
Gran Bretagna	BS476, Parte 6 e 7	Classe 0 Classe 1	Classe 0 Classe 1
Germania	DIN4102 Parte 1	Classe B1	Classe B2
USA	Tunnel Test (ASTM E-84)	Classe A/Classe 1	Superato
	ASTM E108 revisionate	Superato	Superato
	British Thermal Unit (NFPA 259-93)	Superato	
	Drum Peel Test (ASTM D1781-76)	Superato	
	UBC 26-9 & NFPA 285, ISMA Test (Simulazione con apparato multipiano scala intermedia)	Superato	
Canada	Test d'infiammabilità muri esterni su scala reale in accordo con le CAN/ULC-S 134-92	Superato	
Cina	GB8625, GB8626 & GB8627	Classe B1	
Giappone	Test di emissione calore dei materiali non combustibili come da ISO5660-1.	Superato Certificato No. NE-0001	

Inoltre: i pannelli ALPOLIC®/fr 4mm hanno superato anche i seguenti test:

Prova di resistenza al fuoco a 1 e 2 ore di esposizione come da: ASTM E119
Prova di resistenza al fuoco per tetti e coperture come da: ASTM E108
Prova di resistenza al fuoco negli angoli di spazi interni come da: UBC26-3
Prova di emissioni tossiche: Prova di tossicità in caso d'incendio in accordo con il Codice di Edilizia Civile e la Normativa Antincendio dello Stato di New York

7. Limite minimo di piegatura con presso-piega

Il raggio minimo di piegatura dei pannelli ALPOLIC®/fr è leggermente superiore a quello dei pannelli ALPOLIC®. In tabella riportiamo i raggi minimi di piegatura interna a 90° con presso-piega:

	raggio minimo di piegatura (mm)				
	ALPOLIC®/fr		ALPOLIC®		
	4mm	6mm	3mm	4mm	6mm
Trasversale	80	100	40	40	55
Parallelo	100	140	55	55	80

(C) SCHEDA SICUREZZA MATERIALI

MSDS No: LL75-0002

Produttore	
Ragione sociale:	Mitsubishi Chemical Functional Products, Inc.
Divisione:	Composite Materials Division
Sede:	Tekko Building, 8-2, Marunouchi 1-chome, Chiyoda-ku, Tokyo 100-0005 Japan
Tel.:	81-3-3287-8124
Fax:	81-3-3287-8133
Data revisione	20 Aprile 2000

1. Denominazione commerciale del prodotto:
   ALPOLIC®/fr, pannello composito di alluminio con nucleo ignifugo a base minerale non combustibile.

2. Composizione / Informazioni sugli ingredienti:
   Componenti:
   - Alluminio
   - Polietilene
   - Triossido di alluminio come nucleo minerale non-combustibile
   - Rivestimento

   Codice CAS di ognuno:
   - Alluminio: 7429-90-5
   - Polietilene: 9002-88-4
   - nucleo minerale non-combustibile (triossido di alluminio): 21645-51-2
   - Vernice al fluoro carbonio del rivestimento: 98728-78-0 & 88795-12-4

   Identificazione UN: nessuna
   Non contiene amianto.

3. Identificazione dei pericoli:
   Il prodotto non rientra in quelli soggetti a classificazione di pericolo

4. Misure di pronto soccorso
   Contatto con gli occhi: Nel caso di polveri o schegge di prodotto negli occhi durante le fasi di lavorazione, lavare immediatamente con acqua corrente pulita. In caso di persistente infiammazione consultare un medico.
   Contatto con la pelle: Nel caso di piccole scottature dovute a contatto con il pannello scaldato, lavate subito in abbondante acqua corrente per raffreddare subito la cute. Per bruciature più gravi, richiedere l'intervento medico.
   Inalazione: Nel caso di inalazione di quantità ingenti di polveri e particelle prodotte durante la lavorazione, uscite all'aria aperta, respirate a fondo coprendovi per rimanere caldi e richiedete l'intervento di un medico immediatamente.

   Ingestione: Nel caso di deglutimento di quantità ingenti di polveri e particelle prodotte durante la lavorazione, richiedete l'intervento di un medico immediatamente.

5. Misure antincendio

   Prevenzione dello spargimento delle fiamme:
   Nel caso di incendi in vicinanze del prodotto, copritelo subito con teli ignifughi o sabbia secca in modo da prevenire spargimento delle fiamme sul prodotto.

   Estinzione delle fiamme:
   Se il prodotto dovesse prendere fuoco, gettate subito acqua sulle fiamme. Ricordate sempre di cominciare ad estinguere le fiamme dal basso risalendo poi verso la cima del pannello e considerando comunque sempre la direzione del vento. Indossare sempre tuta con maschera e ossigeno.

   Mezzi di estinzione: acqua, anidride, polveri chimiche e schiuma

6. Misure in caso di fuoriuscita accidentale

   Non applicabile. Il prodotto non può fuoriuscire in quanto di natura solida.

7. Manipolazione e stoccaggio

   Manipolazione: Indossare sempre guanti protettivi per evitare di tagliarsi con i bordi tagliati dei pannelli.

   Stoccaggio: Conservare sempre in posizione sdraiata. É consentito accatastare il prodotto evitando però deflessione e inarcamento. Non esponete i pannelli alla pioggia durante lo stoccaggio e teneteli lontani da sorgenti di sostanze chimiche come ad esempio: acidi, alcali, ossidanti e cloruri, solventi organici, scintille e fuoco.

8. Controllo dell'esposizione

   Parametri di controllo: Non indicati nella Direttiva No. 26 del 27/03/95 del Ministero del Lavoro Giapponese.

   Livelli accettabili: Di base il prodotto non é soggetto a controllo dell'esposizione, ma nel caso di progetti che richiedano la lavorazione di ingenti quantitativi con sviluppo di una grossa massa di polveri e particelle, occorre considerare le seguenti norme come riferimento:

Natura delle polveri	ACGIH TLV, Ed. 1999	Igiene Industriale Edizione '99 Università Giapponese
Particelle di alluminio	10.0mg/m^3	Particelle inalanti 0.5mg/m^3 Totale particelle 2mg/m^3

   Nota: Salvo indicazioni diverse, i dati di riferimento vanno considerati sul tempo medio di 8 ore al giorno per 5 giorni alla settimana.

   Misure di controllo: Laddove non sia possibile limitare il quantitativo di particelle al di sotto del massimo consentito, provvedere ad una adeguata ventilazione dei luoghi di lavoro.

   Protezione personale:

   Protezione delle vie respiratorie: Indossare maschera protettiva in presenza di grandi quantità di polveri e particelle.

   Protezione degli occhi: Indossare occhiali protettivi nel caso di esposizione a polveri e particelle.

   Protezione delle mani: Indossare sempre guanti protettivi per evitare graffi e tagli alle mani durante le lavorazioni dei pannelli.

   Protezione della cute: Indossare sempre abiti e scarpe da lavoro.

9. Proprietà fisiche e chimiche

Stato fisico:	Pannello di spessore da 3 a 6mm rivestito da una mano di vernice da 25-50 micron
Punto di ebollizione:	circa 2500ºC per l'alluminio
Punto di fusione:	circa 645ºC per l'alluminio
Densità:	2.7g/cm^3 per l'alluminio 0.89 - 1.54g/cm^3 per il polietilene
Idrosolubilità:	insolubile

10. Stabilità e reattività

Punto d'infiammabilità:	circa 340ºC per il polietilene
Punto di accensione:	> 400ºC per il polietilene
Possibilità di auto-accensione:	Nessuna
Tendenza ad ossidare:	Nessuna
Reattività all'acqua:	Nessuna
Reattività:	Nessuna
Proprietà esplosive delle particelle:	Nessuna
Altre reattività:	Nessuna
Stabilità:	Stabile

11. Informazioni tossicologiche

Il prodotto (4mm di spessore) ha superato la prova di tossicità durante la combustione prevista dal codice edile e dalle norme antincendio dello Stato di New York.

Al momento non esistono alter informazioni a riguardo.

12. Informazioni ecologiche

Nessuna informazione disponibile al momento.

13. Considerazioni sullo smaltimento

I pannelli possono essere inceneriti o smaltiti come rifiuti industriali in conformità alle normative ufficiali del paese d'utilizzo.

14. Informazioni sul trasporto

Il prodotto viene trasportato in casse di legno. Occorre comunque proteggere le casse da umidità e ambienti bagnati.

15. Informazioni sulla regolamentazione

Nessuna regolamentazione applicabile.

16. Altre informazioni

Tutte le informazioni contenute in questa scheda sono basate su dati reali e pertanto considerate affidabili. Ciò nonostante il produttore non è responsabile in alcun modo per eventuali incompletezze o inesattezze. La Mitsubishi Chemical Functional Products, Inc. e relative associate e filiali declinano inoltre qualsiasi responsabilità per eventuali danni a cose o persone causati a clienti/rivenditori/terzi dall'utilizzo delle presenti schede/prodotto nonché in conseguenza all'uso del prodotto. Il cliente/utilizzatore sarà sempre unicamente responsabile e si assumerà tutti i rischi associati all'uso del materiale.

(D) Riciclaggio materiale di scarto

1. ALPOLIC e consumo energetico

Se paragonati a pannelli di alluminio massiccio, la cui produzione (per pannelli di 3mm equivalenti all'ALPOLIC da 4mm) richiede un consumo energetico di circa 160 KWH/m^2 , la produzione dei pannelli ALPOLIC richiede a parità di rigidezza solo un terzo dello stesso consumo ed inoltre - una volta installati – producono un migliore effetto isolante del muro esterno. In tal senso, i pannelli ALPOLIC possono essere considerato un materiale di bioarchitettura.

2. Attuale stato del riciclaggio dei pannelli ALPOLIC

Allo stato attuale i pannelli ALPOLIC vengono riciclati. In Giappone, tutti gli scarti generati dalla lavorazione in fabbrica e in cantiere, vengono soggetti a raccolta differenziata ed inviati ad uno stabilimento di riciclaggio centrale. Per quanto riguarda gli altri mercati, il sistema di riciclaggio non é ancora attivato e principalmente perché non ne é ancora stato considerato il valore economico. Su richiesta é possibile attuare un sistema di riciclaggio anche all'estero.

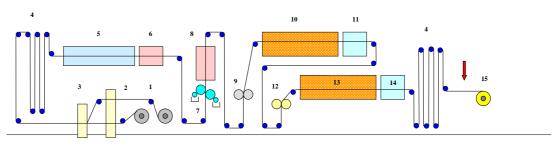
3. Tecniche di riciclaggio

Tra i vari sistemi disponibili, la tecnica di riciclaggio più idonea per i panelli ALPOLIC consiste in una sistema di separazione meccanica che sfrutta un procedimento termico che permette il distacco della lamina esterna di alluminio dal nucleo senza contaminazione. Per maggiori informazioni contattare il nostro ufficio.

(E) Produzione e controllo qualità

1. Produzione

Il processo produttivo consiste di due lavorazioni principali: linea di spalmatura in continuo (in bobina) e linea di laminatura.
Con il primo procedimento l'alluminio in bobine viene sottoposto a verniciatura con prodotti al Lumiflon a base di fluoro carbonio e poi riavvolto in bobina (Fig. 1). Successivamente, le bobine verniciate vengono immesse sulla linea di laminazione per la produzione dei pannelli ALPOLIC/fr (Fig.2).

Fig. 1 Linea di spalmatura continua (in bobine)

1: Rullo svolgitore
2: Cesoia
3: Cucitrice a punti
4: Accumulatore
5: Camera di degrassaggio
6: Camera di essiccazione
7: Unità di trattamento chimico
8: Camera di essiccazione
9: Applicatore primer
10: Forno di essiccazione primer
11: Camera di raffreddamento
12: Applicatore mano di finitura
13: Forno di essiccazione finitura
14: Camera di raffreddamento
15: Rullo avvolgitore

controllo

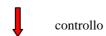
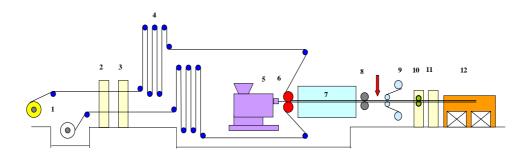



Fig. 2 linea di laminazione

1: Rullo svolgitore
2: Cesoia
3: Cucitrice a punti
4: Accumulatore
5: Estrusore
6: Rullo di laminazione.
7: Camera di raffreddamento
8: Corda tenditrice
9: Rullo di laminazione film protettivo
10: Rifilatrici
11: Cesoia
12: Impilaggio

Controllo

Controllo qualità

(1) Linea di verniciatura bobine

Bobine d'alluminio

Degrassaggio

Controllo	**Numero dei controlli**	**Metodo di controllo**
Proprietà meccaniche	1 per ogni lotto	Come da procedure interne del produttore
Analisi chimica	1 per ogni lotto	Come da procedure interne del produttore
Aspetto strada	1 per ogni lotto	Come da procedure interne del produttore

Trattamento chimico

Controllo	**Numero dei controlli**	**Metodo di controllo**
Contenuto	1 per ogni lotto all'inizio	Controllo visivo (per confronto con provino standard) all'analizzatore di fluorescenza a raggi X

Primer

Essiccazione

Raffreddamento

Finitura superficiale

Essiccazione

Raffreddamento

Bobina verniciata

Controllo	**Numero dei controlli**	**Metodo di controllo**
Spessore mando di verniciatura	1 per ogni lotto all'inizio	Spessorimetro (Permascope)
Controllo colore e lucentezza	1 per ogni lotto all'inizio	Colorimetro e misuratore di brillantezza Controllo visivo per confronto con provino standard.
Adesione strato di vernice	1 per ogni lotto all'inizio	Prova d'urto con metodo Du-pont
Aspetto	Su tutta la lunghezza	Controllo visivo per confronto con provino standard.

Linea di laminatura

Bobina verniciata

Minerale non combustibile e polietilene

Estrusione

Tipo di controllo	**Numero di controlli**	**Metodo di controllo**
Proprietà fisiche	1/lotto	Come da procedure interne del produttore
Controllo colore	1/lotto	Come da procedure interne del produttore
Granulometria	1/lotto	Come da procedure interne del produttore

Laminazione

Taglio

Controllo finale

Tipo di controllo	**Numero di controlli**	**Metodo di controllo**
Dimensioni pannello	1 a inizio lotto per 1ora	Misurazione (Classe 1-JIS)
Spessore pannello	1 a inizio lotto per 1ora	Micrometro
Incurvamento	1 a inizio lotto per 1ora	Misurazione (Classe 1-JIS)
Resistenza a spellatura su tutta la larghezza	1 a inizio lotto per 1ora	Misuratore carico di tensione Spellatura a mano
Aspetto	Tutti i pannelli	Controllo visivo

Imballaggio

AluFiero s.r.l. Via Prampolini, 4 42025 Cavriago (RE)
tel.: +39 0522 947917 - fax: +39 0522 494184
info@alufiero.it - www.alufiero.it
C.F./P.I.: IT 02947371205 - REA. RE 0279096

(F) GARANZIA DELLA VERNICIATURA LUMIFLON

Spett.:

(“Cliente”)

Da:

Mitsubishi Chemical Functional Products, Inc. (“MCFP”)

Nome Progetto
e ubicazione cantiere:

Codice/Ref:

Data di spedizione:

1. La presente è garanzia che la vernice al fluoro carbonio applicata o da applicare sui pannelli compositi in alluminio di produzione MCFP (a seguito semplicemente denominati per brevità “prodotto“) ed acquistata dal cliente presso la MCFP non subirà nessuno dei seguenti fenomeni sui pannelli installati verticalmente e a normali condizioni atmosferiche per un periodo di 10 anni successivi alla data di consegna del prodotto:

   A. Spellatura, incrinatura o screpolatura. Fa eccezione il fenomeni di leggera fessurazione che a volte può verificarsi su angolo di curvature particolarmente stretti realizzati su pannelli preverniciati con metodi di profilatura a rullo o piegatura su pressa. (questo fenomeno laddove si verifichi è ritenuto accettabile come normale)

   B. Sfarinatura oltre il valore numerico di 8 misurato in base alla norma ASTM D4214-89 “Metodi standard di valutazione del grado di sfarinatura delle vernici esterne”.

   C. Perdita o cambiamento di colore oltre 5 unità rispetto al colore del campione di riferimento misurati rispettivamente sulla superficie verniciata esposta precedentemente pulita da eventuali depositi e sfarinature e sulla superficie non esposta come da ASTM D2244-89. è sottinteso che eventuali perdite/variazioni di colore entro i limiti concessi potrebbero verificarsi in modo anche non omogeneo a causa della diversa esposizione delle superfici alla luce solare e agli agenti esterni.

   D. Perdita di brillantezza in misura tale per cui, confrontando la brillantezza speculare misurata sulle superfici verniciate esposte preceentemente ripulite da depositi e sfarinature con quella delle corrispondenti superfici protette, la percentuale di lucentezza (60°) sia inferiore al 40% in conformità alle ASTM D523-89 relativamente alle “Procedure standard di determinazione della brillantezza speculare”.

2. La validità della presente garanzia è soggetta alle seguenti condizioni:

   A. Esposizione del prodotto a condizioni atmosferiche normali, escludendo quindi tutte le condizioni d’uso in ambienti particolarmente corrosivi od aggressivi come ad esempio in atmosfere contaminate da gas e fumi chimici, nebbia salina, immersione periodica o continuativa in acqua o altri liquidi/solidi, venti fortemente sabbiosi.

   B. ESCLUSIONI
      (1) Crepatura o fessurazione dovuta a rottura del supporto metallico
      (2) Danni causati da umidità o altri agenti di contaminazione dovuti ad uno stoccaggio non conforme del prodotto durante il periodo precedente l’installazione/uso
      (3) Danni causati da acqua originata da fenomeno di condensa causato da un imballaggio non conforme del prodotto prima dell’uso
      (4) Danni dovuti a problemi di movimentazione, spedizione/trasporto o lavorazione del prodotto
      (5) Danni causati da atti di vandalismo, graffio o abrasione del prodotto montato e finito
      (6) Scolorimento non omogeneo e variazioni di colore sparse e dovute alla diversa incidenza sulla superficie del prodotto degli agenti atmosferici

C. La presente garanzia non ha validità in caso di eventi di forza maggiore, urto con oggetti in caduta, forze esterne, esplosione, incendio, guerre, sommosse, atti di vandalismo in caso di rivolta, radiazioni e qualsiasi altro evento naturale o sociale che esuli dalla capacità di controllo della MCFP.

D. Eventuali richieste in garanzia dovranno pervenire alla MCFP in forma scritta entro 30 giorni dalla scoperta del problema tenendo presente che si dovrà dare alla MCFP tempo sufficiente e possibilità di verificare l'evento/difetto oggetto della contestazione.

E. La responsabilità della MCFP ai sensi della presente garanzia é unicamente limitata alla sostituzione gratuita del prodotto difettoso. Eventuale prodotto fornito per sostituzione in garanzia è coperto dalla medesima garanzia, ma solo per il periodo residuo del primo prodotto contestato e sostituito.

F. Il cliente è tenuto – per mezzo di regolari registri e libri - a dimostrare data d'installazione e identificazione del prodotto contestato fornendo altresì prova che il difetto contestato rientra nei casi previsti da questa garanzia.

G. Salvo casi specifici autorizzati dalla MCFP, la presente garanzia è unicamente riferita a prodotto (pannelli) verniciati dalla MCFP.

H. Il cliente é obbligato a conservare registri e campioni relativi al prodotto oggetto di questa garanzia per tutta la durata della garanzia e – in caso di contestazioni – a presentare alla MCFP tale documentazione su richiesta della medesima.

3. Qualsiasi comunicazione in merito alla presente garanzia dovrà essere redatta in lingua inglese ed inviata a mezzo di raccomandata semplice o con ricevuta di ritorno prepagata dal mittente al seguente indirizzo:

Per MCFP: Mitsubishi Chemical Functional Products, Inc.
Tekko Building, 8-2, Marunouch 1-chome, Chiyoda-ku, Tokyo 100-0005, Japan
Attn.: General Manager, Composite Materials Division

Per il Rivenditore:

4. La MFCP non accetterà né sarà tentua ad alcuna altra condizione o patto scritto o verbale diverso da quanto qui stabilito, salvo il caso di condizioni specifiche stabilite per iscritto e controfirmate da MCFP (o suo legale rappresentante) per accettazione esplicita.

5. LA PRESENTE GARANZIA SOSTITUISCE QUALSIASI ALTRO ACCORDO O CONDIZIONE PRECEDENTEMENTE STABILITA, CHE PERTANTO PERDE A PARTIRE DA ORA QUALSIASI VALIDITÀ. LA MCFP NON SARÀ PERTANTO TENUTA AD ALCUNA ALTRA GARANZIA, RESPONSABILITÀ O AZIONE RELATIVE A EVENTI SPECIFICI DI ALCUN TIPO. IN NESSUN CASO INOLTRE LA MCFP SARÀ CONSIDERABILE RESPONSABILE DI PERDITE O DANNI INCIDENTALI (INCLUSO, MA NON SOLO, PERDITE ECONOMICHE O DI PROFITTO) SOSTENUTE DAL CLIENTE IN SEGUITO O IN CONCOMITANZA AD EVENTUALI EVENTI IN GARANZIA DELLA MCFP SALVO IL CASO DI PALESE NEGLIGENZA E/O MANCANZA DI VOLONTÀ DELLA MCFP.

Mitsubishi Chemical Functional Products, Inc.

Firmato ______________________________
Masami Segawa
Titolo: Managing Director, General Manager
Composite Materials Division

Per ulteriori informazioni, contattare:

MITSUBISHI CHEMICAL FUNCTIONAL PRODUCTS, INC.
Composite Materials Division
Tekko Building, 8-2, Marunouchi 1-chome, Chiyoda-ku
Tokyo 100-0005 Japan
Telephone: 81-3-3287-8124
Facsimile: 81-3-3287-8133
E-mail: 1605495@cc.m-kagaku.co.jp

AluFiero s.r.l.
Via Prampolini, 4 42025 Cavriago (RE)
tel.: +39 0522 947917
fax: +39 0522 494184
info@alufiero.it - www.alufiero.it